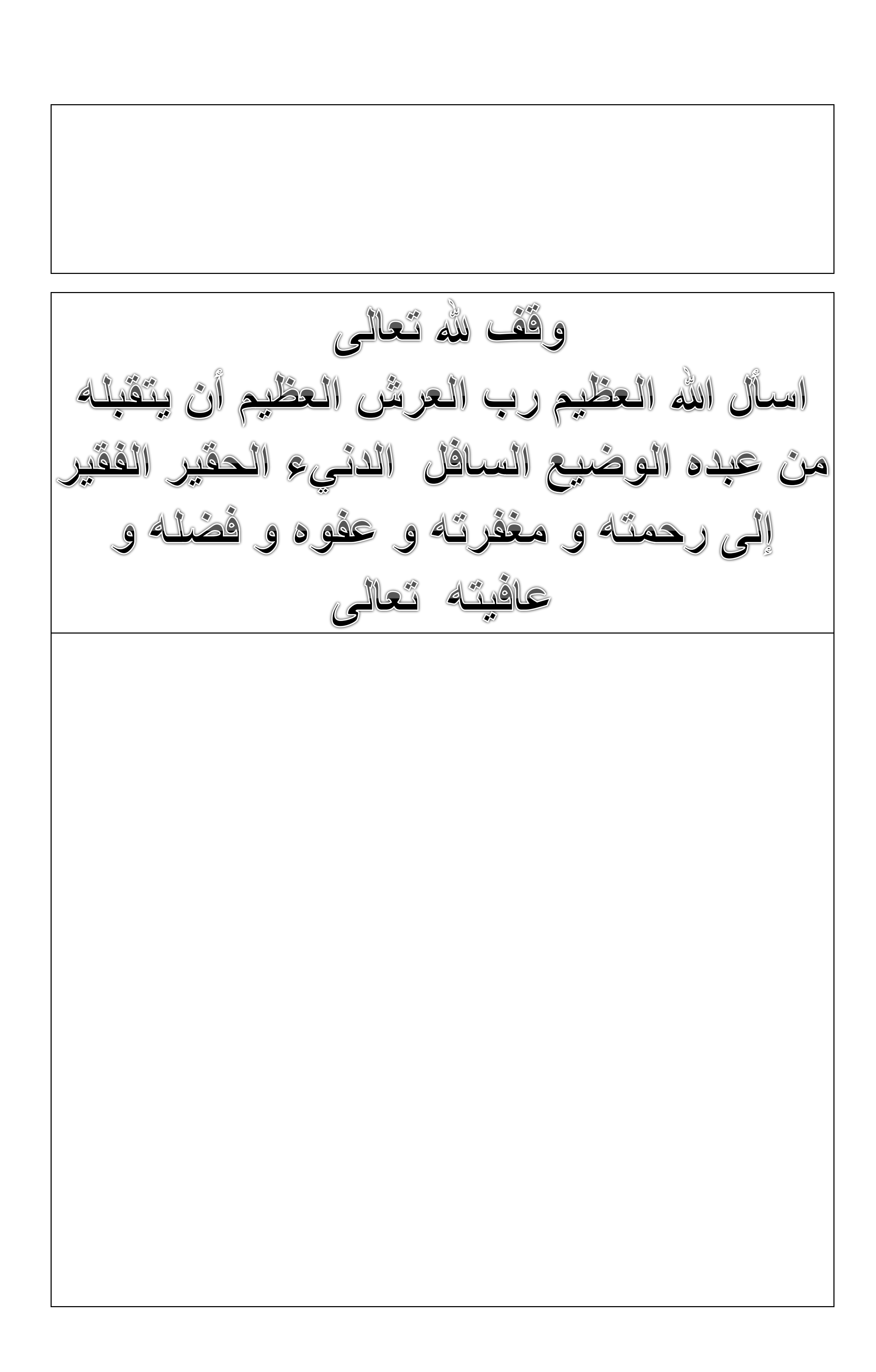
الهندسة العكسية المبسطة

تحليل و تصميم الدارات الإلكترونية 1

د. عمار شرقية

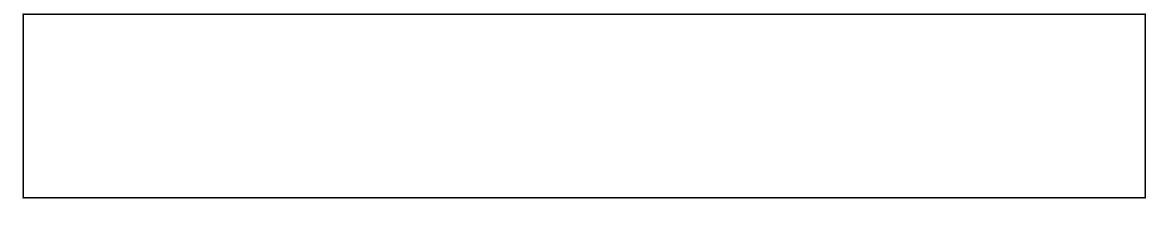


وقف لله تعالى

اسأل الله العظيم رب العرش العظيم أن يتقبله
من عبده الوضيع السافل الدنيء الحقير الفقير
إلى رحمته و مغفرته و عفوه و فضله و
عافيته تعالى

شأن الكتاب في عصور الانحطاط أن يصبح بضاعةً مزجاة كاسدة


شأن الكتاب في عصور
الانحطاط أن يصبح بضاعةً مزجاة
كاسدة



بسم الله الرحمن الرحيم

من بين جميع علوم الإلكترونيات يُعتبر تحليل و تصميم الدارات الإلكترونية المبحث الأشد خطورةً و نُدرة ، و من بين الكُتب القليلة التي تتناول هذا العلم فمن النادر أن تجد كتاباً مبسطاً مثل هذا الكتاب لا يثير اشمئزاز القارئ بمئات و آلاف المعادلات المُعقدة التي لا طائل منها إلا إحباط القارئ و ثنيه عن اقتحام هذا العلم .

إن هذا الكتاب بالرغم من غزارة مادته فإنه مُبسطٌ بحيث يستطيع فهمه فتىً يافع في المرحلة الإعدادية.

المزيد من المؤلفات للكاتب ذاته :

https://archive.org/details/@ash790

Switch open (off)

مفتاح مفتوح

Switch closed (on)

مفتاح مغلق

Cell

خلية بطارية

Battery

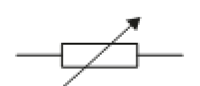
بطارية

Bulb

مصباح

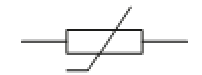
Resistor

مقاومة



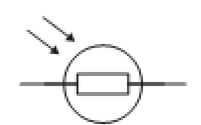
Variable resistor

مقاومة متغيرة



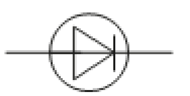
Thermistor

مقاومة حرارية



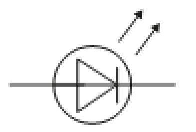
LDR (light-dependent resistor)

مقاومة ضوئية



Diode

دايود



LED

ليد ضوئي

Fuse

ذوابة -فيوز

Ammeter

مقياس شدة تيار-مقياس أمبير

Voltmeter

مقياس جهد –مقياس فولت

Motor

محرك

الموصلات و العوازل

تتميز الموصلات بأن الإلكترونات الموجودة على المدارات الخارجية لذراتها تستطيع الانفصال بسهولةٍ عن ذراتها و الحركة ، و كذلك هي حال المحاليل المائية حيث أنها تعتمد في موصليتها على الأيونات المنحلة فيها ، و الأيونات أو الشوارد هي جُسيماتٌ مشحونة تستطيع توصيل التيار الكهربائي.

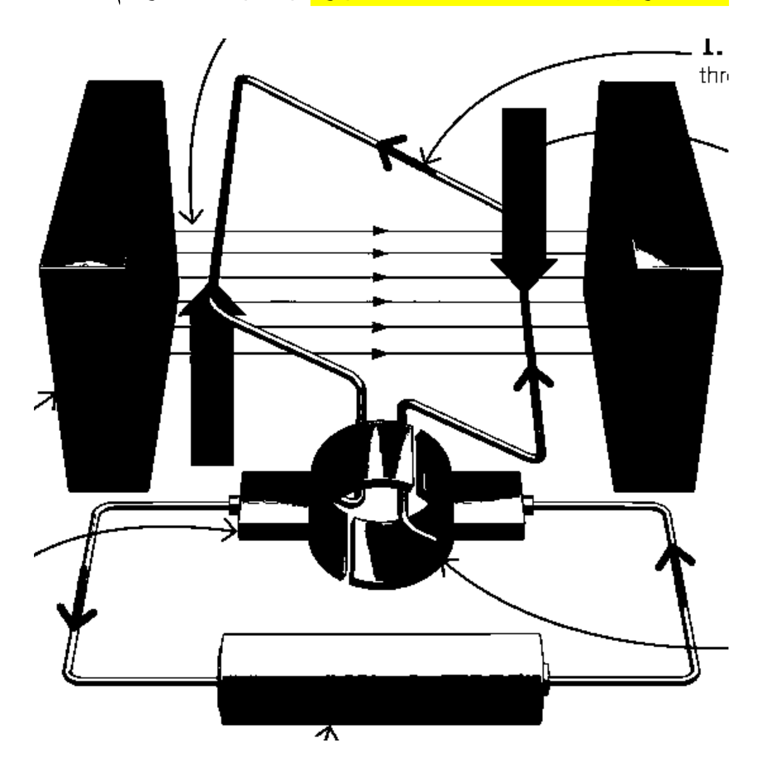
تدعى المواد التي لا تحتوي على إلكترونات حرة بالعوازل .

المحركات الكهربائية

تعتمد المحركات الكهربائية في عملها على ما يُدعى بمؤثر المحرك .

حتى يحافظ المحرك على حركته الدورانية فلا بد من عكس اتجاه التيار الكهربائي كل نصف دورة و ذلك لإعادة حالة عدم التوافق المغناطيسي بين الأقطاب التي تتسبب في دوران المحرك ، و يتم عكس اتجاه التيار الكهربائي في المحرك باستخدام مبدلة حلقية مشطورة split-ring commutator.

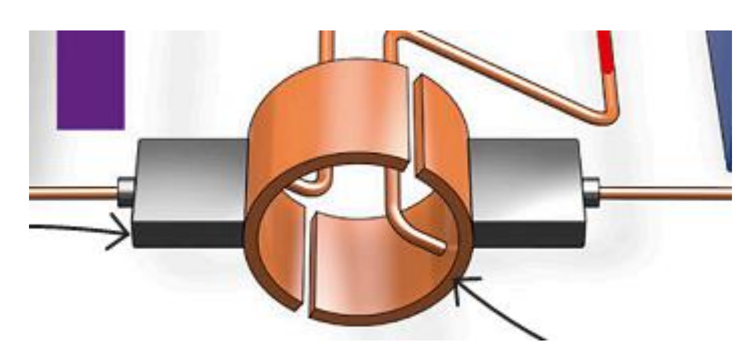
تُحدث الدوران في المحرك ظاهرتي جذب الأقطاب المتعاكسة لبعضها البعض و طرد الأقطاب المتماثلة لبعضها البعض غير أنه بعد دوران ملف المحرك نصف دورة يحدث توافقٌ بين الأقطاب أي تصطف الأقطاب الشمالية للمغناطيس بجوار الأقطاب الجنوبية و عندها يتوجب علينا إعادة حالة عدم الاستقرار و عدم التوافق المغناطيسي مجدداً و ذلك عن طريق عكس قطبي الملف الموجود داخل المحرك و ذلك الأمر يتم عن طريق عكس التيار و هذا الأمر يتم عن طريق المبدلة الحلقية المشطورة و سوف أخبركم لاحقاً كيف تعمل.



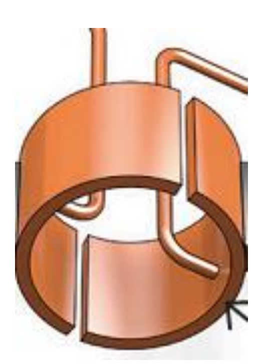
تشير الأسهم الصغيرة في الشكل إلى اتجاه التيار الكهربائي.

يُنتج مؤثر المحرك قوةً دافعة تدفع الجهة اليسرى من الملف نحو الأعلى بينما تدفع الجهة اليمنى من الملف نحو الأسفل مما يؤدي إلى دوران الملف.

يقوم قُطبين كربونيين بتزويد الملف بالتيار الكهربائي و هذين القطبين الكربونيين يلامسان المبدلة الحلقية المشطورة و لكنهما منفصلين عنها حيث يؤمن نابضين دفع هذين القطبين الكربونين لملامسة الحلقة المشطورة و الاحتكاك بها.



تكون مبدلة التيار الحلقية المشطورة مشقوقة إلى نصفين لا اتصال بينهما حتى لا يحدث أي تلامسٍ ما بين القطب الموجب و القطب السالب في الملف.

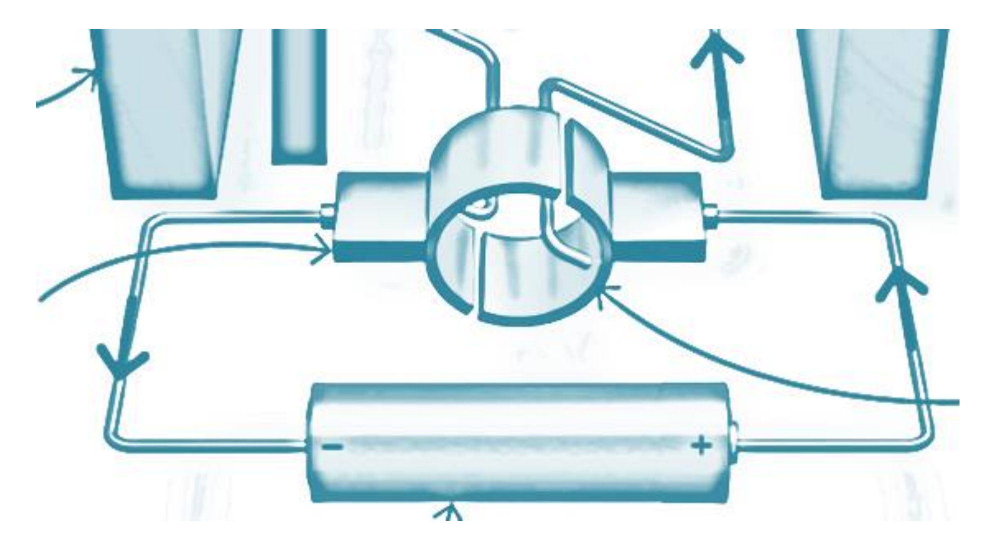


عندما يصل الملف أثناء دورانه إلى وضعٍ عمودي فإن مبدلة التيار الحلقية المشطورة تقوم بعكس اتجاه التيار الكهربائي و هو الأمر الذي يؤدي إلى استمرار دوران الملف.

كيف تقوم مبدلة التيار commutator الحلقية المشطورة بعكس اتجاه التيار الكهربائي ؟

الأمر في غاية البساطة و يتمثل في أن الحلقة المشطورة تتألف من نصفين منفصلين تماماً عن بعضهما البعض و كل نصفٍ من هذين النصفين يلامس قطباً كربونياً يقوم بتزويده بالتيار الكهربائي و كل قطبٍ كربوني يكون متصلاً بأحد قطبي مصدر التغذية الكهربائية.

لا يُمكن لقطبٍ كربوني أن يتصل في وقتٍ واحد إلا مع نصفٍ واحدٍ من نصفي حلقة تبديل التيار الكهربائي.



يصل الجهد الموجب من قطب البطارية الموجب الأيمن إلى نصف الحلقة الأيمن المتصل بأحد قطبي الملف ، بينما يكون نصف الحلقة الأيسر متصلٌ عن طريق القطب الكربوني بالقطب السالب الأيسر للبطارية و بذلك تكتمل الدارة و تدور حلقة تبديل التيار نصف دورة.

و لكن الذي يحدث عندها أن القطب الكربوني الموجب الأيمن سوف يلامس نصف الحلقة الآخر الذي كان سابقاً متصلاً بالقطب السالب ، بينما سوف يتصل القطب السالب بنصف الحلقة الذي كان سابقاً مُتصلاً بالقطب الموجب .

و بما أن كل نصف حلقة يكون مُتصلاً بقطبٍ من قُطبي الملف فإن ذلك يعني بأنه سوف يتم عكس اتجاه التيار الكهربائي كل نصف دورة هكذا بكل بساطة.

إن الغاية من وضع ملفٍ كهربائي في المحركات الكهربائية تتمثل في أن بالإمكان تبديل اتجاه التيار فيه ببساطة حتى نُعيد إليه حالة عدم التوافق المغناطيسي مع المغناطيس الدائم المغنطة.

إن حالة عدم التوافق المغناطيسي تلك هي التي تؤدي إلى إحداث الجذب و النبذ الذي يؤدي إلى إحداث الحركة الدورانية في المحركات.

و لو أننا استطعنا عكس قطبية المغناطيسات الدائمة المغنطة بآليةٍ بسيطة مماثلة لتمكنا من صناعة محركٍ كهربائي دائم الحركة يعمل بمغناطيسين دائمي المغنطة لا يحتاج في عمله لطاقةٍ كهربائية.

يُمكن زيادة قوة المحرك الكهربائي بإحدى ثلاثة طرق:

زيادة عدد ملفات الملف.

رفع التيار الكهربائي.

زيادة قوة المغناطيس الدائم المغنطة.

الحث الكهرومغناطيسي electromagnetic induction

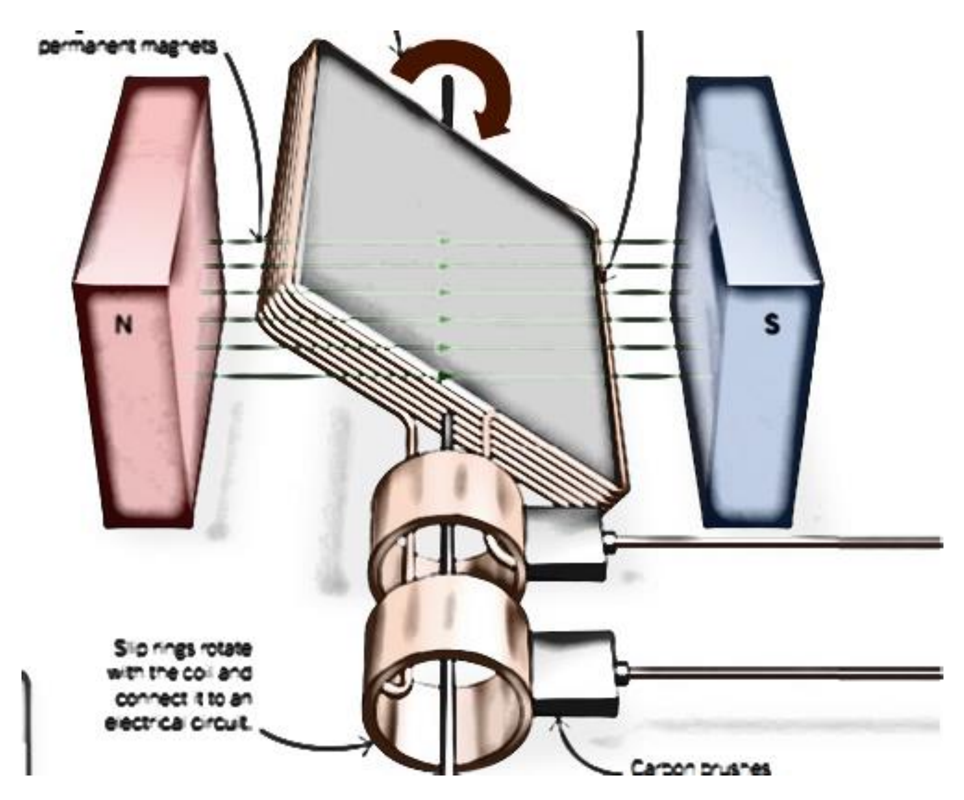
يتم توليد الطاقة الكهربائية عن طريق إجراء عمليةٍ تدعى بالحث الكهرومغناطيسي ، فعندما يتم تحريك سلك هو جزءٌ من دارة عبر حقلٍ مغناطيسي أو عندما يتم تحريك حقلٍ مغناطيسي عبر سلك يتم تحريض جهدٍ في السلك و هذا الجهد يؤدي إلى تدفق تيارٍ كهربائي.

يعتمد مقدار الجهد الذي تم تحريضه على قوة الحقل المغناطيسي و على مدى سرعة حركة السلك ضمن ذلك الحقل المغناطيسي.

يتغير اتجاه الجهد الذي تم تحريضه إذا تم تغيير اتجاه الحركة.

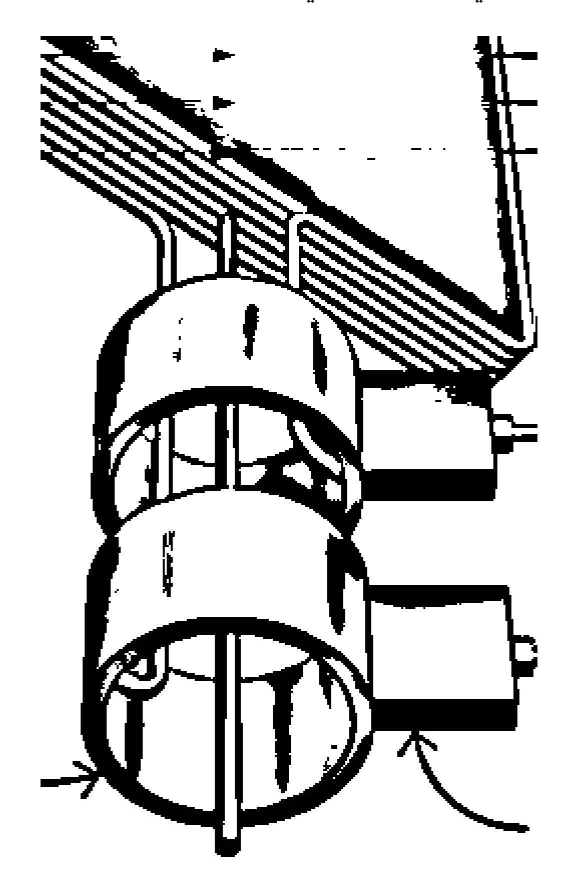
تدعى المولدات التي تقوم بتوليد تيارٍ كهربائيٍ متناوب.A.C بالمنوبات alternators بينما تدعى مولدات التيار المستمر.D.C بمولدات التيار المستمر dynamos.

المنوبة (مولدة التيار المتناوب):



بدلاً من وجود حلقةٍ واحدة مشطورة إلى نصفين يتصل كل نصفٍ منهما بأحد القطبين الكربونيين فإننا نجد في مولدة التيار المتناوب(المنوبة) حلقتين اثنتين مستقلتين كل حلقةٍ منهما تكون متصلةً بأحد قطبي الملف من جهة و تكون متصلةً بأحد القطبين الكربونيين من جهةٍ ثانية.

حلقتي توصيل قطبي الملف بالقطبين الكربونيين في المنوبة (مولدة التيار المتناوب):



إن كون حلقة التوصيل غير مشطورة يعني بأن حلقة التوصيل لن تقوم بتبديل التيار الكهربائي و لذلك فإن التيار سوف يتقلب مع كل نصف دورة.

إن كون حلقة التوصيل غير مشطورة يعني بأنه يتوجب استخدام حلقتين اثنتين إحداهما للقطب الموجب و الثانية للقطب السالب لأننا إذا قمنا بوصل القطبين معاً إلى حلقة واحدة غير مشطورة فسوف يحدث قصر دارة(شورت) و ذلك بسبب تلامس القطب الموجب مع القطب السالب.

مع كل نصف دورة ينعكس الحقل المغناطيسي و ينعكس التيار نتيجة ذلك و بهذه الطريقة تقوم المنوبة بتوليد تيارٍ متناوب.

يصل الجهد إلى ذروته عندما يكون الملف بموازاة الحقل المغناطيسي.

يهبط الجهد إلى الصفر عندما يتعامد الملف مع الحقل المغناطيسي.

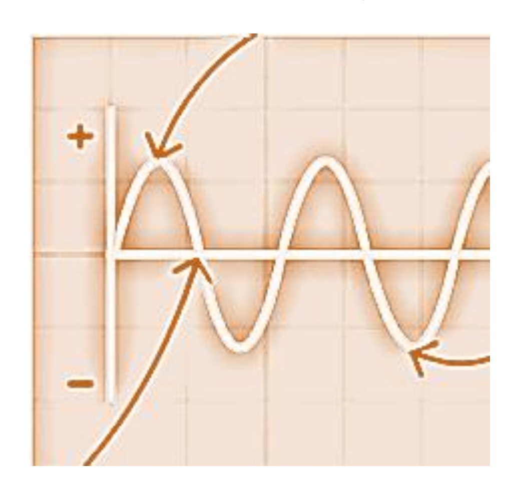
يتغير اتجاه التيار كلما انقلب الملف و هذا الأمر يؤدي إلى تغير الجهد من جهدٍ موجبٍ إلى جهدٍ سالب.

يصل الجهد إلى ذروته العلوية الموجبة عندما يصبح الملف بموازاة الحقل المغناطيسي.

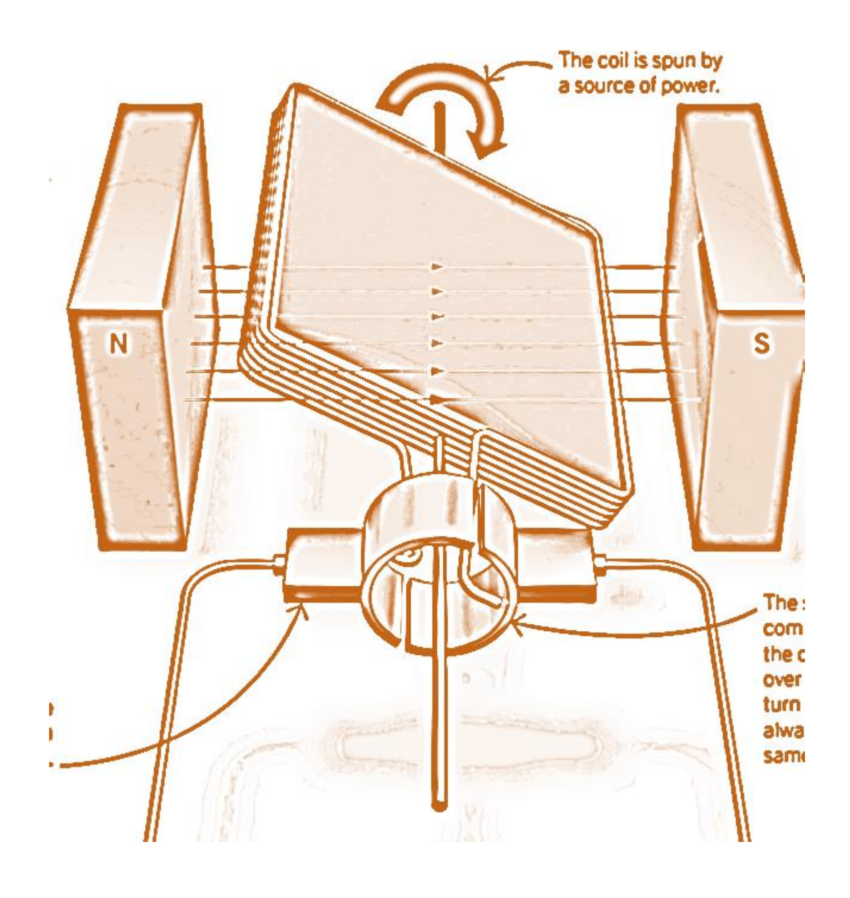
يصل الجهد إلى ذروته السفلية السالبة عندما يصبح الملف بموازاة الحقل المغناطيسي و لكن بالاتجاه المعاكس للاتجاه الأول.

لا يتم توليد أي جهد عندما يتعامد الملف مع الحقل المغناطيسي.

شكل شارة التيار المتناوب الذي تقوم مولدة التيار المتناوب(المنوبة) بتوليده كما يظهر على جهاز راسم الإشارة:

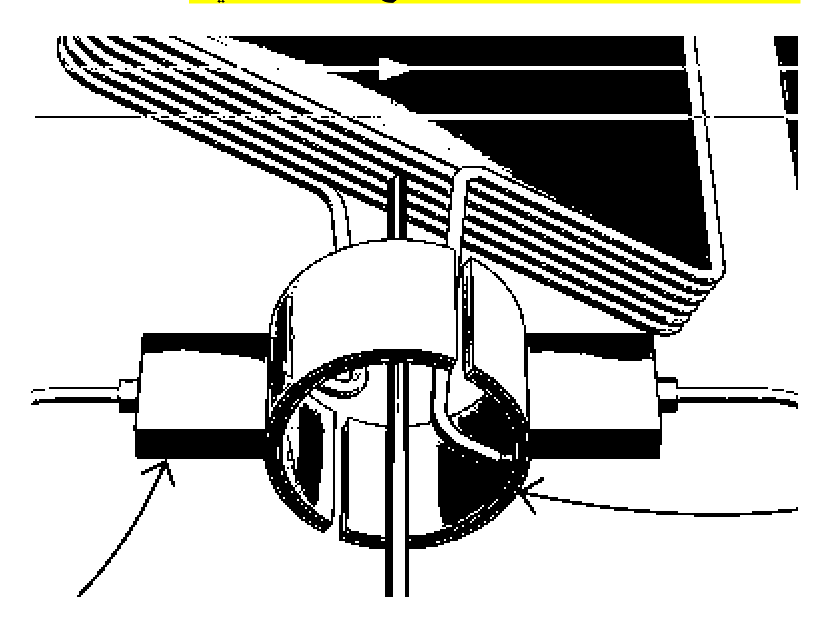


مولدة التيار المستمر dynamo



هل لاحظتم الاختلاف ما بين مولدة التيار المتناوب(المنوبة) و بين مولد التيار المستمر dynamo؟

إن مولد التيار المستمر يحتوي على حلقة تبديل تيارٍ واحدة و لكنها تكون مشطورةً إلى نصفين مفصولين تماماً عن بعضهما البعض و يكون كل نصفٍ منهما متصلاً بأحد قطبي الملف كما يكون كل نصف حلقة على تماس مع قطبٍ كربوني .



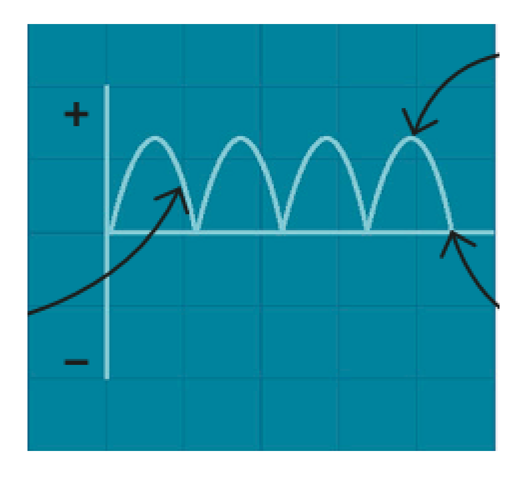
تقوم مبدلات التيار الحلقية المشطورة في مولد التيار المستمر بتبديل اتجاه التيار كل نصف دورة بحيث يكون الناتج تيارُ مستمرٌ ذو اتجاهٍ واحد.

يرتفع الجهد الذي تقوم مولدات التيار المستمر بتوليده و يهبط مع كل نصف دورة يدورها الملف غير أن هذا الجهد يكون دائماً جهداً موجباً لأن اتجاه التيار الذي تولده مولدات التيار المستمر يبقى ثابتاً لا يتغير.

شارة التيار المستمر الذي تولده مولدات التيار المستمر كما تظهر على راسم الإشارة:

يرتفع الجهد إلى ذروته و قمته عندما يصبح الملف بموازاة الحقل المغناطيسي.

يهبط الجهد إلى خط الصفر عندما يتعامد الملف مع الحقل المغناطيسي.

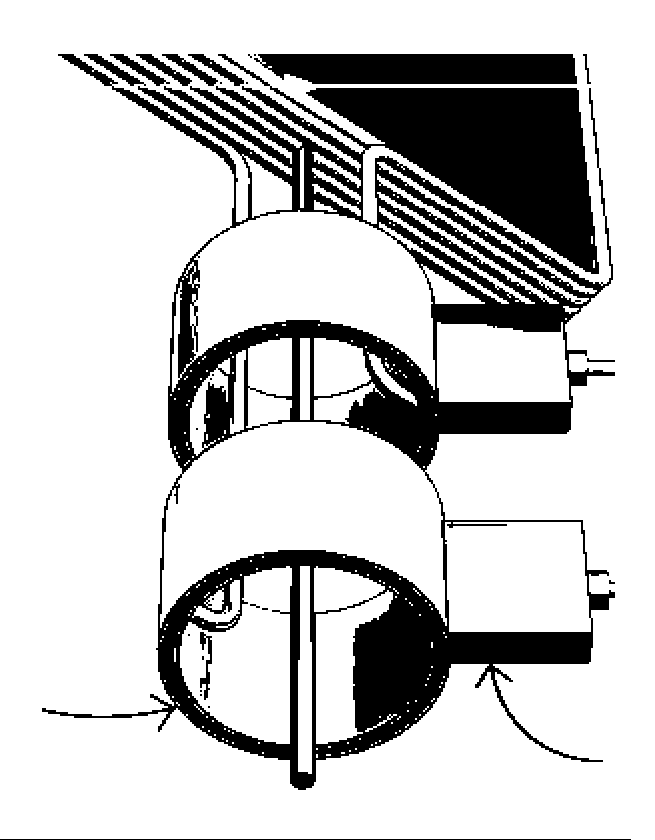


لا تحتوي المولدات الكهربائية الضخمة الموجودة في محطات توليد الطاقة على مغناطيس دائم المغنطة و إنما فإنها تعتمد في عملها على مغناطيسات كهربائية (ملفات و حسب) ذلك أن الملفات الكهرومغناطيسية تنتج حقلاً مغناطيسياً أشد قوةً من الحقل المغناطيسي الذي يُنتجه المغناطيس الدائم المغنطة.

و بذلك فإن هذه المولدات الضخمة تتألف من مغناطيسٍ كهربائي يدور ضمن ملف .

الأمر ذاته بتنا نلاحظه في المحركات الكهربائية الصغيرة التي يُطلب منها بذل جهدٍ كبير كمحركات المثاقب الكهربائية حيث تم استبدال المغناطيس الدائم في تلك المحركات كذلك بمغناطيسٍ كهربائي.

نجد في مولدة التيار المتناوب (المنوبة) حلقتي توصيل اثنتين غير مشطورتين.





إن نسبة الجهد(الفولت) إلى شدة التيار (الأمبير) V/A تشير إلى مقاومة عنصر ما (R) و تقاس بوحدة الأوم ohms بينما يقاس الجهد بوحدة الفولت و تقاس شدة التيار بالأمبير.

أما النسبة المعاكسة للنسبة السابقة أي نسبة شدة التيار(الأمبير) إلى الجهد(الفولت) A/V

فإنها نسبةٌ ثابتةٌ كذلك يشار إليها بالرمز G و تشير هذه النسبة إلى الموصلية الكهربائية conductance و تقاس بوحدة السيمنس Siemens.

إذاً فإن نسبة الجهد إلى شدة التيار تشير إلى المقاومة و تقاس بوحدة الأوم بينما نسبة شدة التيار إلى الجهد(الفولت) تشير إلى الموصلية و تُقاس بوحدة السيمنس.

تستخدم المقاومات للحد من تدفق التيار إلى مكونات و عناصر معينة لا تحتمل مقادير عالية من التيار(الأمبير) و بذلك فإن المقاومات هي عناصر حماية في الدارة.

إن المقاومات التي تتراوح قيمتها ما بين 10 و 100 megohms ميغا أوم غالباً ما تتراوح استطاعتها ما بين ربع و 2 W وات.



الأجهزة الصوتية

تعتمد مكبرات الصوت في عملها على مؤثر المحرك motor effectلتحويل التيار الكهربائي المتغير إلى موجاتٍ صوتية.

تقوم الميكروفونات بعملٍ معاكس حيث أنها تقوم بتحويل الموجات الصوتية إلى تيارٍ متغير و ذلك باستخدام خاصية الحث الكهرومغناطيسي.

يقوم مكبر الصوت بتحويل التيار الكهربائي المتقلب إلى موجات صوتية و ذلك باستخدام موثر المحرك.

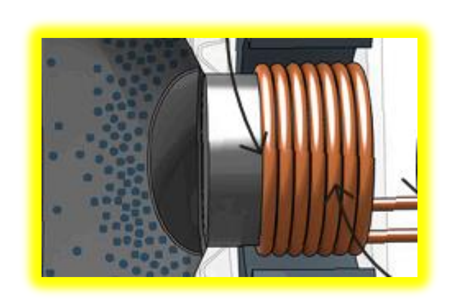
يقوم الميكروفون بتحويل الموجات الصوتية إل تيارٍ كهربائي متقلب باستخدام ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي.

يحتوي مكبر الصوت على غشاءٍ هزاز يتصل بقاعدته ملفٌ كهربائي محاطٍ بمغناطيسٍ دائم المغنطة.

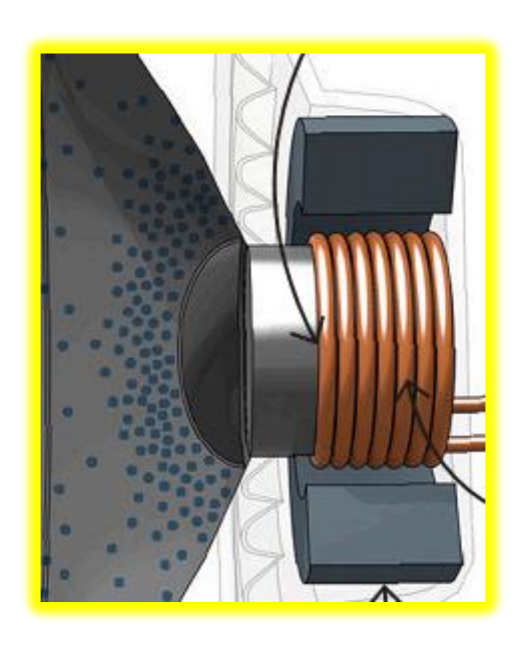
إن مرور تيارٍ كهربائيٍ متقلب و متغير عبر الملف الكهربائي يؤدي إلى تشكيل حقلٍ مغناطيسي متغير، و هذا الحقل المغناطيسي يتفاعل مع حقل المغناطيس الدائم المغنطة و هو الأمر الذي يؤدي إلى اهتزاز الغشاء.

يؤدي اهتزاز الغشاء إلى إحداث تغيراتٍ في ضغط الهواء أو الموجات الصوتية.

يكون الملف الكهربائي متصلٌ بالغشاء القابل للاهتزاز و غالباً ما يتوضع الملف الكهربائي في مركز الغشاء الهزاز.



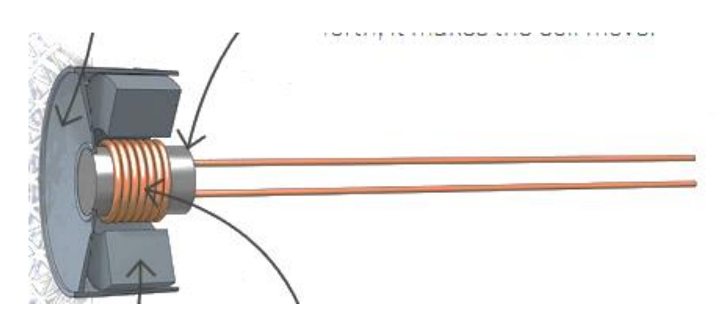
يكون الملف الكهرومغناطيسي محاطاً بمغناطيسٍ دائم المغنطة.



يؤدي التيار المغناطيسي المتغير الذي يأتي إلى الملف إلى تشكيل حقل مغناطيسي متغير داخل الملف يؤدي بدوره إلى تشكيل موجاتٍ صوتية متغيرة عندما يقوم الملف مع المغناطيس المحيط به بهز الغشاء الهزاز.

الميكروفون :

يتألف الميكروفون من الأجزاء ذاتها التي يتألف منها مكبر الصوت فهو يتألف كذلك من غشاءٍ هزاز و ملفٌ كهربائي يُحيط به مغناطيسٌ دائم المغنطة ، غير أن الميكروفون يعمل بصورةٍ معاكسة للطريقة التي يعمل بها مُكبر الصوت.



يقوم الميكروفون بتحويل التغيرات في ضغط الهواء أي الموجات الصوتية إلى شارة كهربائية مُتغيرة و ذلك باستخدام خاصية الحث المغناطيسي.

تصطدم الموجات الصوتية بغشاء الميكروفون مؤديةً إلى اهتزازه.

يكون الغشاء مُتصلاً بملفٍ كهربائي و عندما يهتز الغشاء بتأثير الموجات الصوتية التي يتعرض لها فإن الملف الكهربائي يهتز معه كذلك.

إن حركة الملف ضمن الحقل المغناطيسي للمغناطيس الدائم المغنطة تحرض تياراً مُتغيراً في الملف.

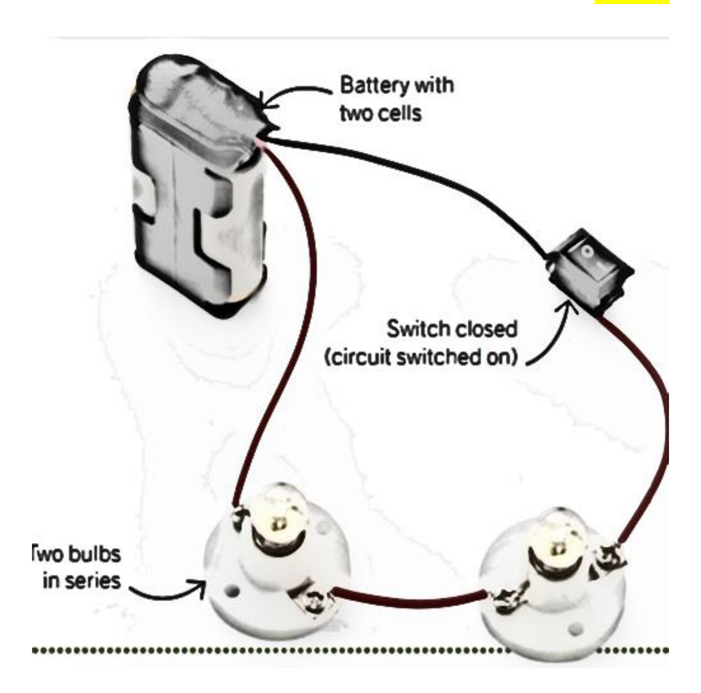
التوصيل على التسلسل و التوصيل على التوازي(التفرع)

يعني التوصيل على التسلسل أن يتم توصيل عدة عناصرٍ مع بعضها البعض على شكل حلقة ، أما التوصيل على التوازي فإنه يعني أن يتم عدة عناصر على شكل حلقاتٍ منفصلة عن بعضها البعض .

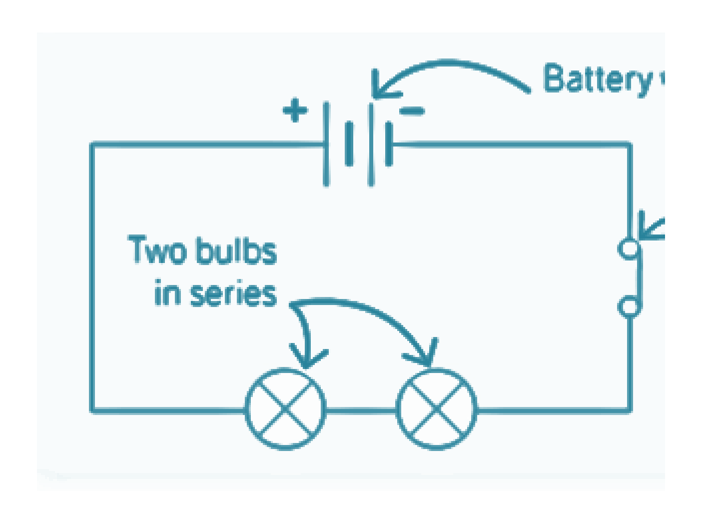
يعني التوصيل على التوازي أن يتم التوصيل على شكل حلقات بحيث تكون لكل عنصرٍ حلقته الخاصة.

في حال التوصيل على التسلسل يتم وصل العناصر على شكل سلسلةٍ متتابعة فإذا تعطل أو أزيل أي عنصرٍ منها فإن ذلك يمنع التيار الكهربائي من الوصول إلى العنصر أو العناصر التالية له فتتوقف عن العمل.

في حال التوصيل على التسلسل فإن إضافة أي عنصرٍ جديد يُقلل من تدفق التيار الكهربائي في الدارة.



عند وصل العناصر في الدارة على التسلسل يُمكن لنا أن نقوم بتشغيلها كلها بكبسة زرٍ واحدة.

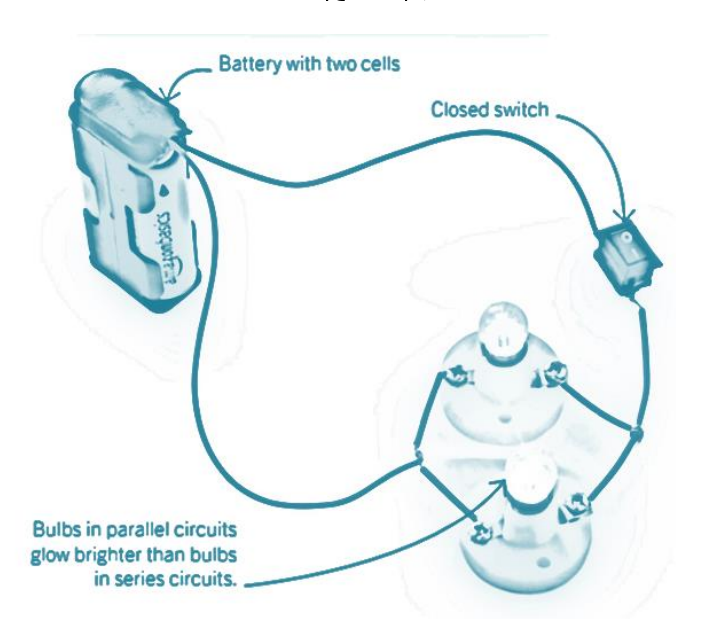


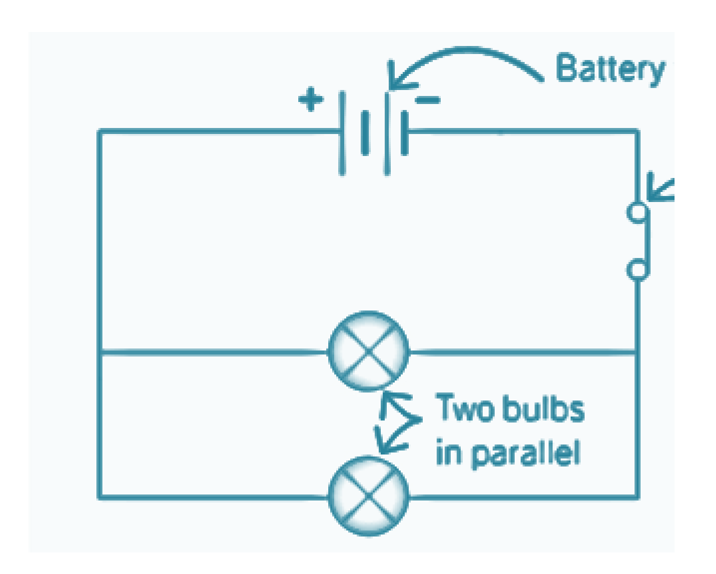
التوصيل على التوازي

عند توصيل العناصر على التوازي أو التفرع يكون لدينا المزيد من حلقات أو أفرع التوصيل المستقلة عن بعضها البعض بحيث أن تلف أي عنصرٍ أو إزالته لا يؤثر على عمل بقية العناصر كما أن إضافة أي عنصرٍ جديد لا تقلل من تدفق التيارً الكهربائي في الدارة.

يتم توصيل الكهرباء داخل المنازل على التفرع و ليس على التسلسل و لذلك يكون لكل مصباحٍ زره الخاص .

التوصيل على التوازي(التفرع)





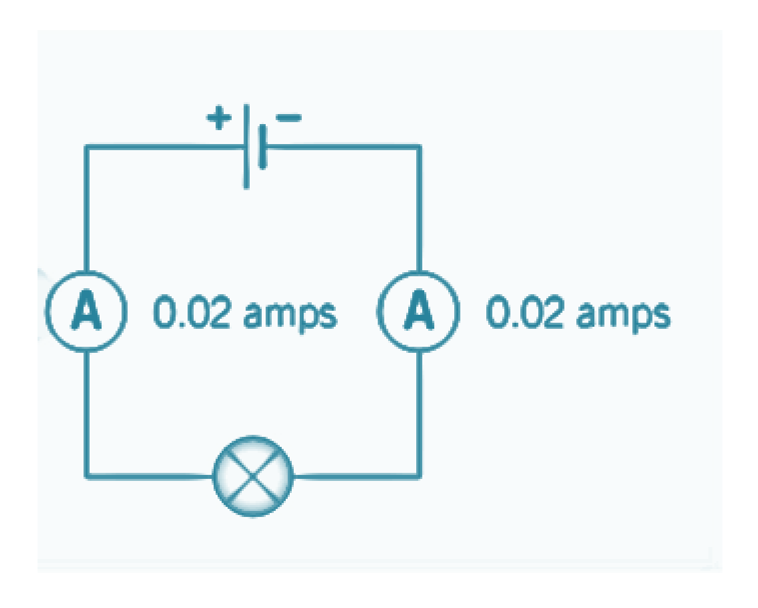
تُعرف شدة التيار بأنها معدل تدفق الإلكترونات في الدارة و هي تقاس بوحدة الأمبير و ترتبط شدة التيار بعاملين اثنين هما القوة الدافعة(الجهد) و الذي يُقاس بوحدة الفولت و عامل المقاومة و الذي يُقاس بوحدة الأوم.

و تعني شدة التيار مقدار الطاقة التي يتم نقلها ذلك أنه كلما ازدادت شدة التيار ازداد مقدار الطاقة التي يتم نقلها و العكس صحيح .

كما هي حال تيار الماء إذ أنه كلما ازداد تيار الماء قوةً ازدادت كمية الماء التي يُمكن الحصول عليها.

يُقاس التيار بوحدة الأمبير A– Amps و يُقاس بمقياس الأمبير .

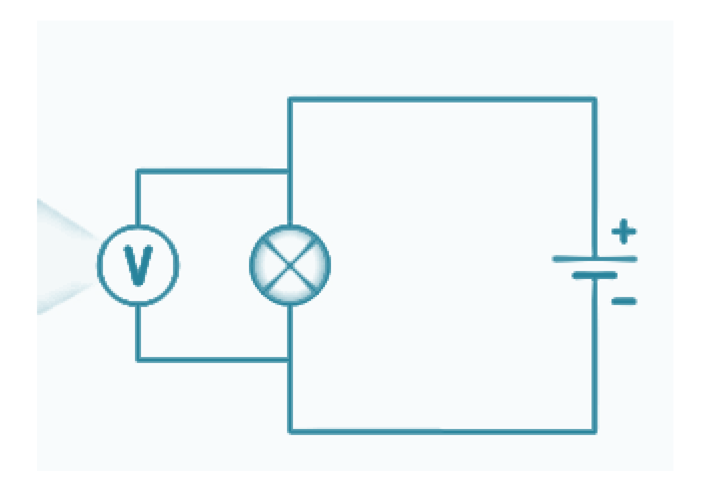
يتم وصل مقياس الأمبير على التسلسل (التوالي) و عند قياس الأمبير في الدارة ليس مهماً أين تصل مقياس الأمبير لأن تدفق التيار يكون واحداً في جميع أجزاء الدارة .



الجهد voltage

لا يتحرك التيار في الدارة إلا إذا دفعت التيار قوةٌ دافعةٌ ما و هذه القوة الدافعة تأتي من فرق الكمون potential difference حيث يتحرك التيار الكهربائي من منطقة الجهد المرتفع إلى منطقة الجهد المنخفض و بما أن الجهد هو القوة الدافعة للتيار فكلما كان الجهد أكبر كان التيار أكبر.

يتم قياس الجهد بوحدة الفولت حيث يتم ذلك القياس باستخدام مقياس الجهد ، و بخلاف مقياس الأمبير الذي يوضع على التسلسل فإن مقياس الجهد يجب أن يتم وصله على التوازي مع العنصر الذي يجري قياس جهده ، أي أن يتم وصل قطبيه مع طرفي العنصر المراد قياسه.

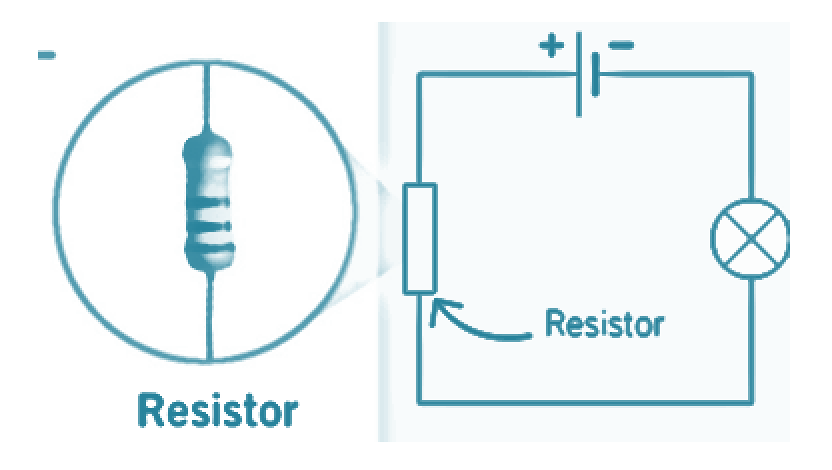


يتعرض تيار الكهرباء في الدارة لمقاومةٍ تُعيق سريانه فيها ، و كلما كان السلك أكثر دقةً أو أكثر طولاً كانت مقاومته أعلى لمرور التيار الكهربائي و العكس صحيح إذ أنه كلما كان السلك أكثر ثخانةً و أقل طولاً كانت مقاومته لمرور التيار الكهربائي أدنى.

يتم قياس المقاومة بوحدة الأوم Ω .

توضع المقاومات في الدارة للحد من تدفق التيار الكهربائي في الدارة و ذلك منعاً لتعرض عنصرٍ ما للأذى إذا تدفقت إليه شدة تيارٍ عالية.

يرمز للمقاومة بشكلٍ مستطيل.



إن مجموع التيار الذي يتدفق إلى نقطةٍ ما يُساوي مجموع التيار الذي يغادر تلك النقطة .

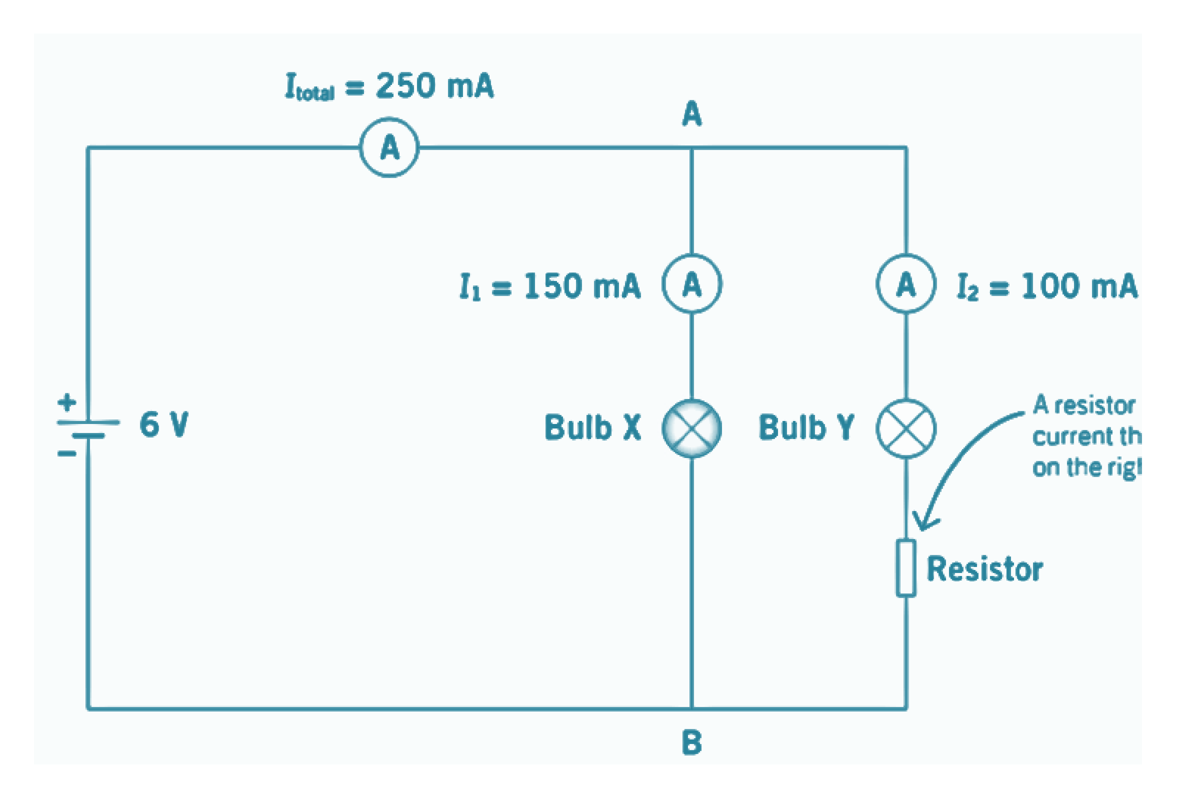
$I_{total}=I_1+I_2$

في المخطط يتدفق 250 mA ميلي أمبير إلى النقطة A التي يتفرع منها التيار إلى فرعين .

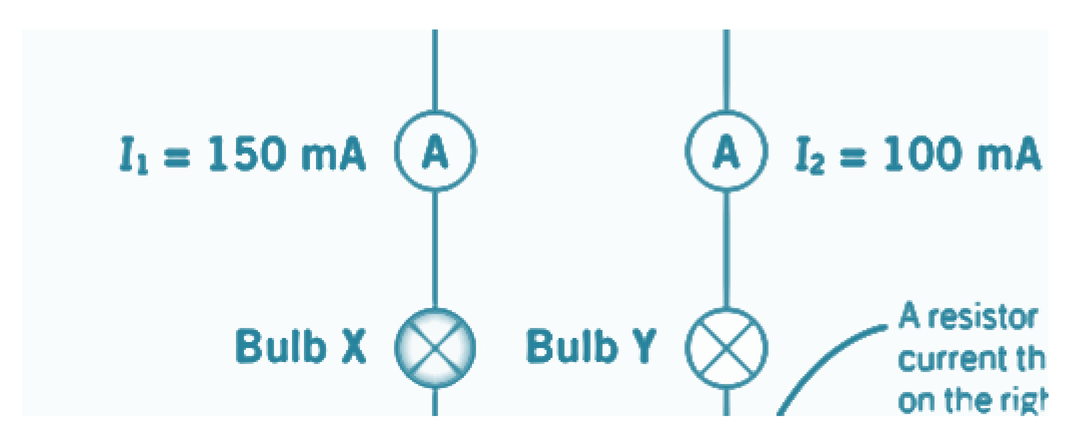
إن التيارين الذين يتفرعان عند النقطة A هما 150mA ميلي أمبير و 100mAميلي أمبير :

150+100=250mA

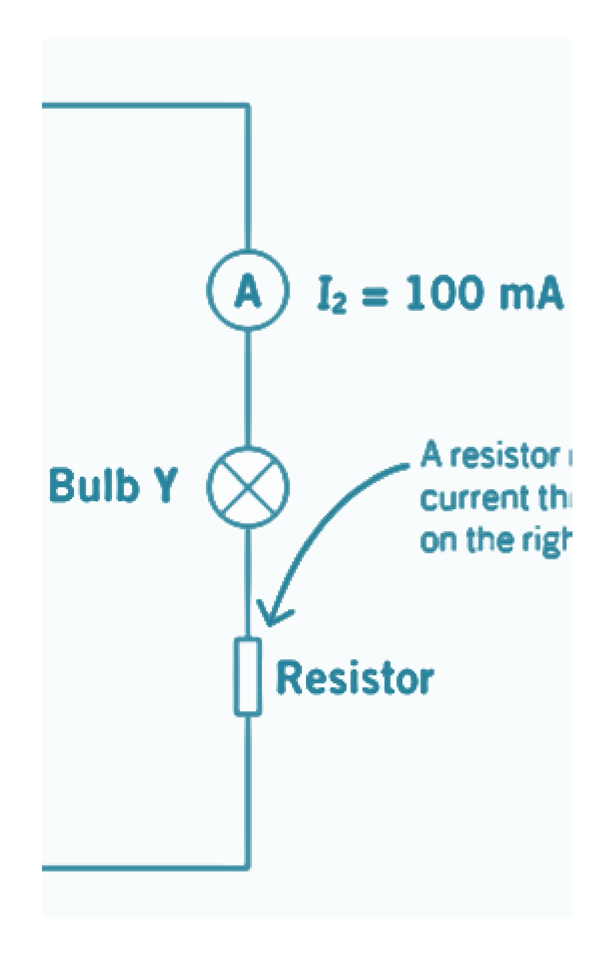
نرمز للتيار بحرف I كبير.



لماذا وصل إلى المصباح الأول X تيارٌ تبلغ شدته 150mAميلي أمبير بينما لم يصل إلى المصباح الثاني Y إلا 100mAميلي أمبير؟

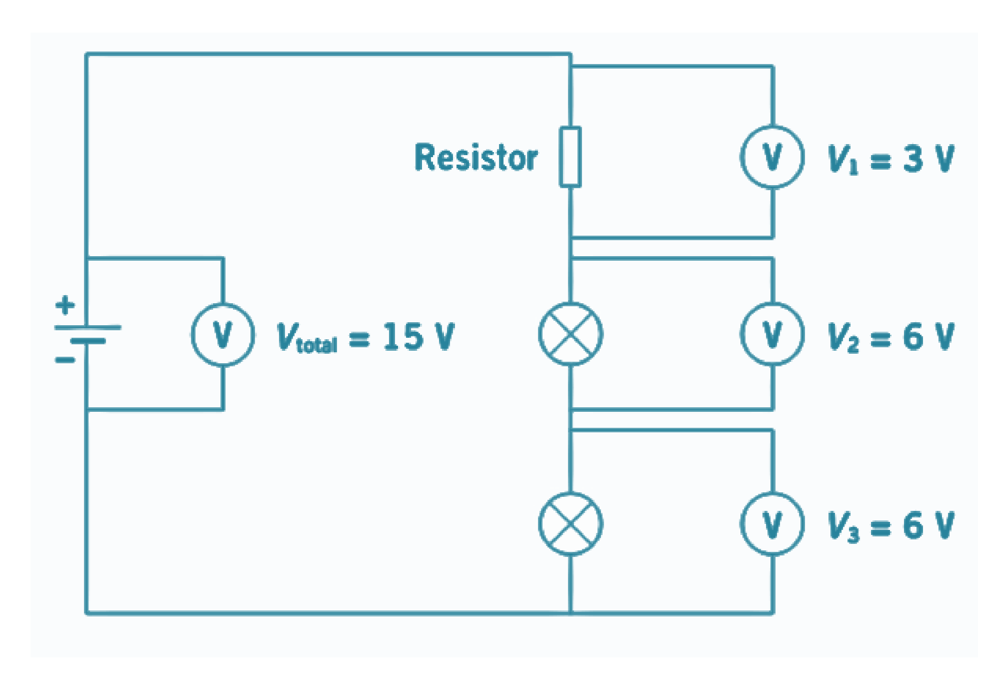


لأن المقاومة قامت بتخفيض التيار الذي يتدفق إلى المصباح الثاني.



عند وصل عدة عناصر مع بعضها البعض على التسلسل يكون الجهد الكلي مساوياً لمجموع جهود تلك العناصر المتصلة على التسلسل(التوالي):

$V_{total}=V_1+V_2+V_3...$

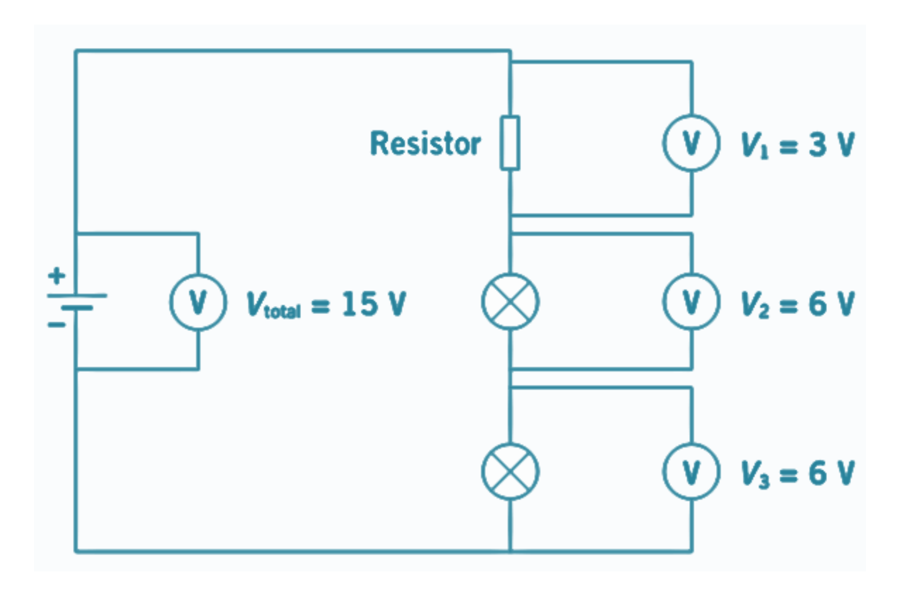


عند وصل عدة عناصر على التسلسل مع بعضها البعض فإن تلك العناصر تقوم باقتسام الجهد فيما بينها فإذا علمنا مقدار جهد إحدى تلك العناصر و جهلنا جهد بعضها الآخر فإن بإمكاننا حساب الجهد المجهول من خلال طرح الجهود المعلومة من الجهد الكلي للدارة.

جهد الدارة – جهد العنصر المعلوم = جهد العنصر المجهول

لأن

جهد العنصر الأول + جهد العنصر الثاني = الجهد الكلي للدارة.



ففي الدارة السابقة إذا كنا لا نعلم جهد المقاومة و كنا نعلم بان جهد كل مصباحٍ يبلغ 6 فولت و كنا نعلم بأن جهد مصدر تغذية الدارة يبلغ 15 V فولت فإن بإمكاننا أن نحسب جهد المقاومة المجهول من خلال طرح الجهود المعلومة من الجهد الكلي للدارة (جهد مصدر تغذية الدارة) :

15 - 6 – 6 - ?=0

?=3V

الجهد الكلي للدارة يبلغ 15 V فولت و يبلغ جهد كل مصباح 6 فولت :

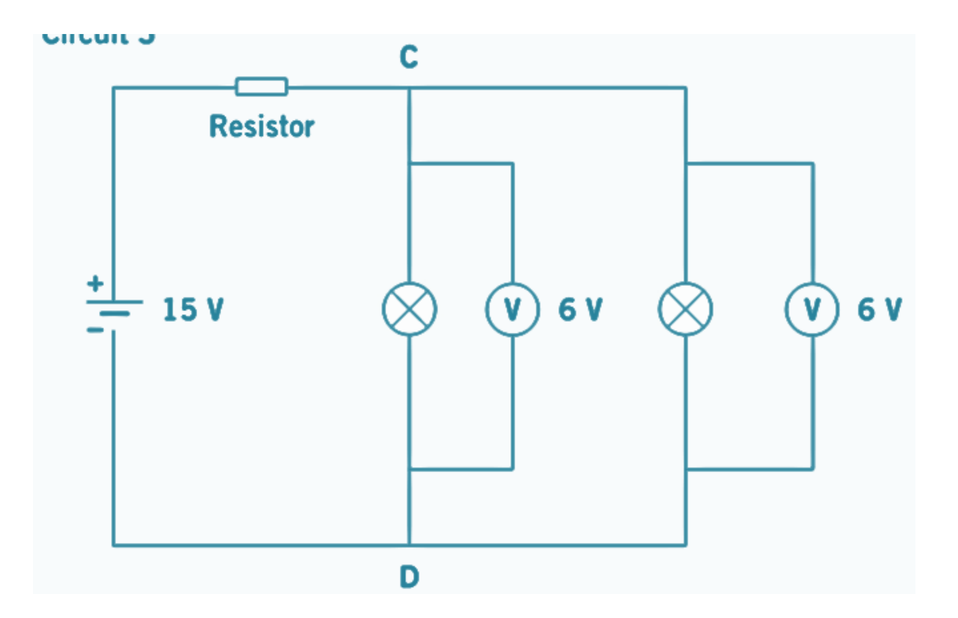
6 + 6=12

15 – 12 =3V

أي أن جهد المقاومة يبلغ 3V فولت.

يسري في كل فرعٍ من فروع الدارة المتوازية القدر ذاته من الجهد.

كما نرى فإن لدينا مصباحين متصلين على التوازي عند كل مصباح كان الجهد 6 فولت.



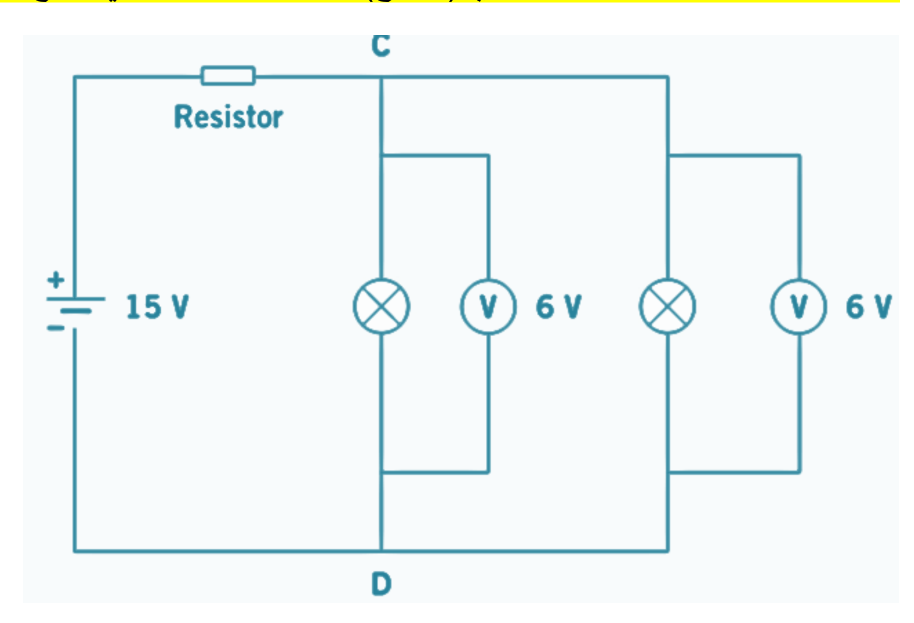
و لكن علينا الانتباه هنا إلى أن المقاومة متصلة على التسلسل مع مصدر الطاقة و لذلك فقد أثرت على الجهد في النقاط التالية لها فلو لم تكن هذه المقاومة موجودة لكان لزاماً أن يكون الجهد عند كل مصباح من هذين المصباحين مساوياً للجهد عند مصدر التغذية (البطارية) أي 15 فولت غير أن تلك المقاومة قامت باقتطاع مقدارٍ من الجهد .

15 – 6 = 9 V

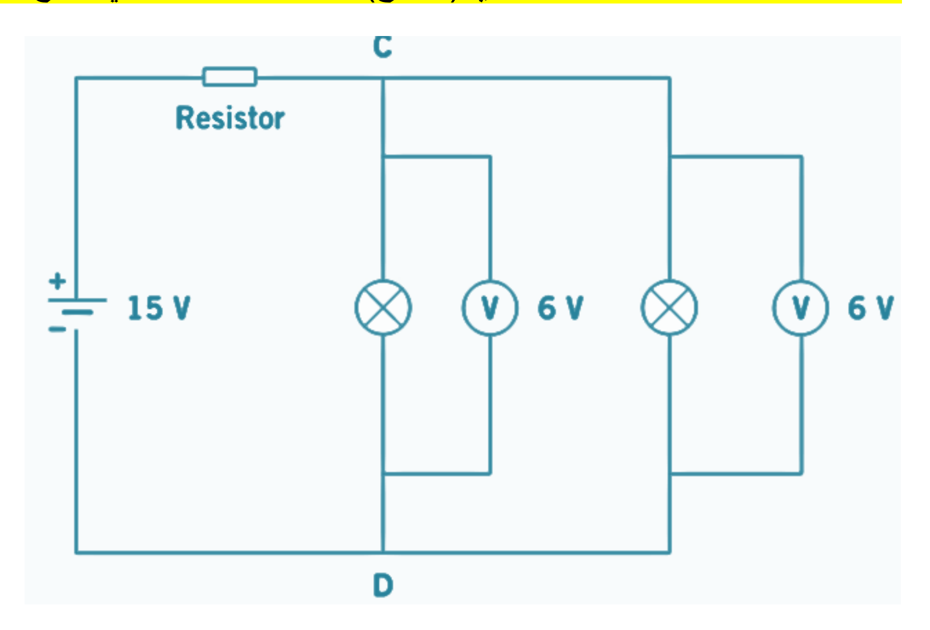
إذاً فإن مقدار الجهد الذي قامت المقاومة باقتطاعه من الدارة يبلغ 9 فولت.

يسري في كل فرعٍ من فروع الدارة المتوازية القدر ذاته من الجهد.

عند وصل عدة عناصر على التوازي (التفرع) يكون الجهد واحداً في جميع نقاط الدارة.



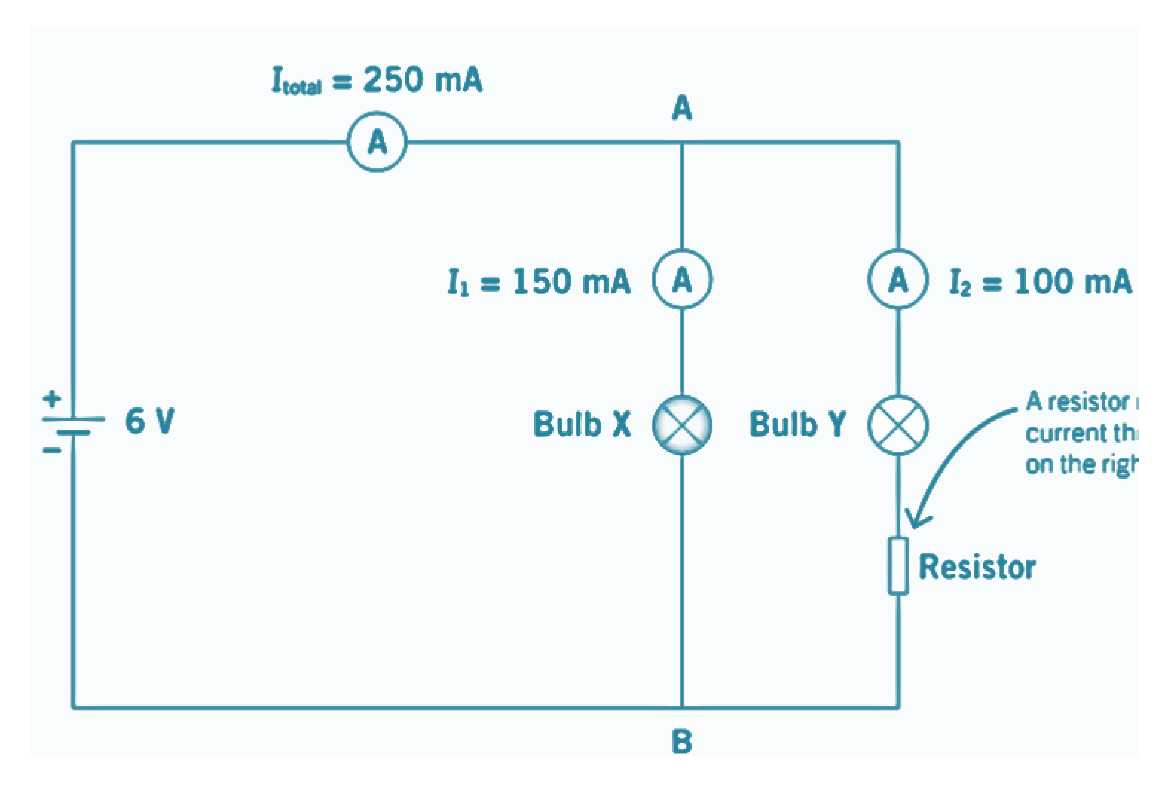
عند وصل عدة عناصر على التوازي (التفرع) يكون الجهد واحداً في جميع نقاط الدارة.



في الدارة التالية إذا كان الجهد عند المقاومة يبلغ 4 فولت فكم يبلغ الجهد عند المصباح Y؟

كما مر معنا سابقاً فإن الجهد في كل أجزاء الدارة المتوازية يجب أن يكون واحداً و و بما أن جهد مصدر تغذية هذه الدارة (البطارية) يبلغ 6 فولت فيجب أن يكون الجهد عند كلٍ فرعٍ من فرعي هذه الدارة 6 فولت لأنهما مُتصلين على التوازي مع مصدر التغذية و ليس هنالك وجودٌ لأي عنصرٍ متصلٍ مع مصدر التغذية على التسلسل ليقوم بخفض جهد مصدر التغذية كما في المثال السابق.

أي أن الجهد عند المصباح X يجب أن يكون مساوياً لجهد مصدر التغذية أي 6 فولت.

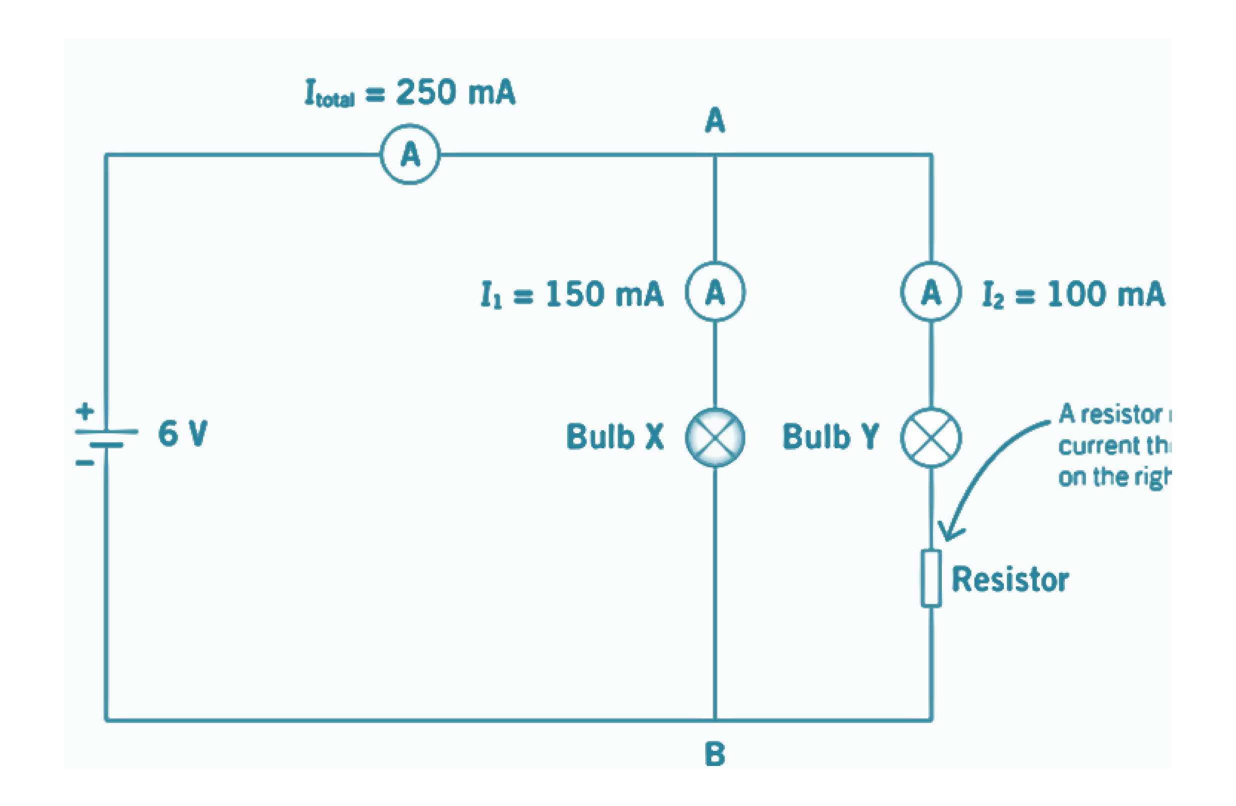


و لكن علينا الانتباه إلى أن المصباح Y متصلٌ على التسلسل مع المقاومة و كلاهما متصلين على التوازي مع مصدر الجهد (البطارية) أي أننا سوف نطبق عليهما أولاً مبدأ الدارات المتصلة على التوازي(التفرع) فنقول بأن الجهد الذي يصل إلى المصباح Y و المقاومة سوياً يجب أن يبلغ 6 فولت و لكن بما أنهما متصلين مع بعضهما البعض على التسلسل (التوالي) فيجب ان نطبق عليهما مبدأ الوصل على التسلسل فنقوا بأنهما سوف يقومان باقتسام الجهد المتوفر أي 6 فولت بينهما فإذا قيل لنا مثلاً بأن الجهد الذي تقتطعه المقاومة المتصلة مع المصباح Y يبلغ 4 V فولت فهذا يعني بأن جهد المصباح Y يساوي:

6 – 4 =2

كما مر معنا من قبل فإننا حتى نحسب جهد عنصر مجهول متصل على التسلسل مع عنصر أو عناصر معلومة الجهد فإننا نطرح جهد العنصر أو العناصر المعلومة من الجهد الكلي للدارة(جهد مصدر التغذية) فنحصل على جهد العنصر المجهول .

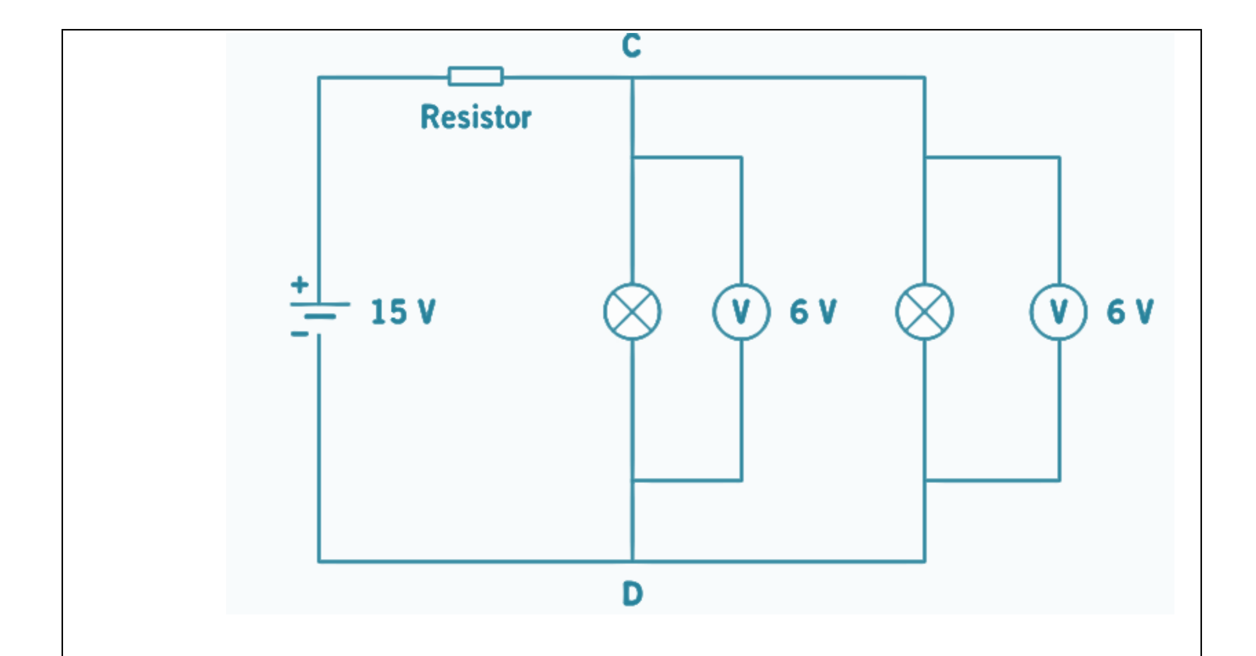
و في مثالنا السابق فإننا نطرح جهد المقاومة المعلوم أي 4 فولت من جهد الدارة أي جهد مصدر التغذية أي 6 فولت فنحصل على جهد المصباح Y و هو 2 فولت.





إذا رأيت عُنصراً متصلاً على التسلسل مع مصدر التغذية و بعد ذلك كان الوصل يتم على التوازي (التفرع) فقم أولاً باقتطاع حصة ذلك العنصر من الجهد قبل أن تبدأ بحساب جهد بقية العناصر المتصلة مع مصدر التغذية على التوازي.

أي أنه إذا كان لدينا عدة عناصر متصلة مع بعضها البعض على التوازي و أتى قبلها عنصرُ متصلٌ على التسلسل مع مصدر تغذية الدارة فإن الجهد عند كل حلقة من حلقات الوصل على التوازي تساوي تماماً الجهد بعد العنصر المتصل على التسلسل مع مصدر التغذية و ليس جهد مصدر التغذية.



المقاومة التي ترونها في بداية الدارة متصلةٌ على التسلسل(التوالي) مع مصدر التغذية (البطارية) .

يبلغ جهد مصدر التغذية 15 فولت بينما تقوم هذه المقاومة باقتطاع 9 فولت من جهد مصدر التغذية أي أن الجهد بعد المقاومة يساوي:

15 – 9 =6

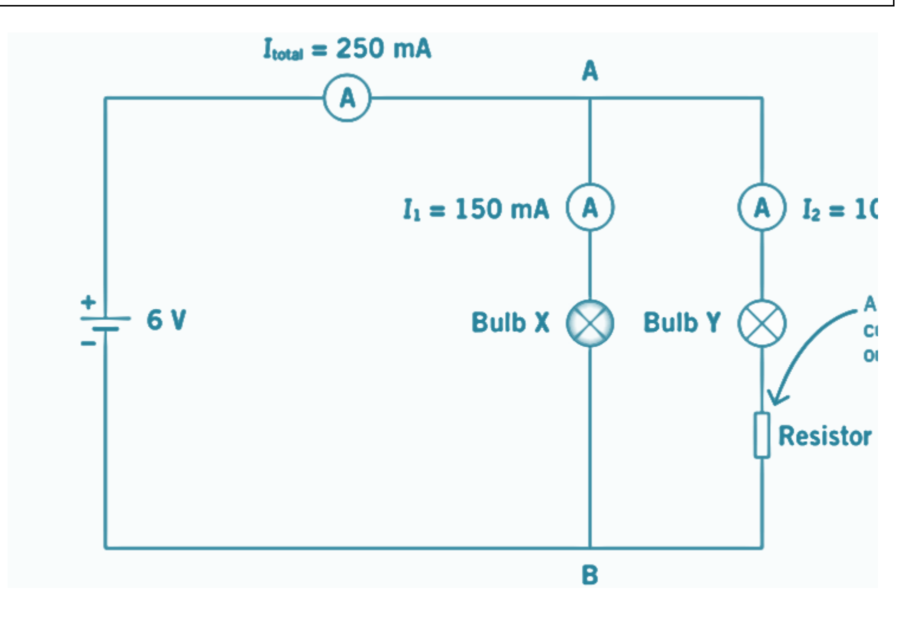
15 V فولت جهد البطارية ناقص 9 فولت مقدار ما تقتطعه هذه المقاومة من الدارة تساوي 6 V

مقدار الجهد بعد المقاومة .

و كما نعلم فإن الجهد في جميع أجزاء الدارة المتصلة مع بعضها البعض على التوازي(التفرع) يكون واحداً ، و لكن هذا الجهد الموحد لن يكون جهد البطارية أي 15 V فولت و إنما فإنه سيكون مقدار الجهد بعد العنصر المتصل على التسلسل مع مصدر التغذية أي أن الجهد في الدارة سيكون مساوياً للجهد الخارج من المقاومة أي 6 فولت.



إذا رأيت عدة عناصر متصلةٌ مع بعضها البعض على التسلسل ضمن خلية أو حلقة متصلة مع مصدر التغذية على التوازي(التفرع) فقم أولاً بحساب جهد تلك الخلية المتصلة على التوازي مع مصدر التغذية ثم قم بعد ذلك بتقسيم جهدها على العناصر الموجودة ضمنها و المتصلة مع بعضها البعض على التسلسل.

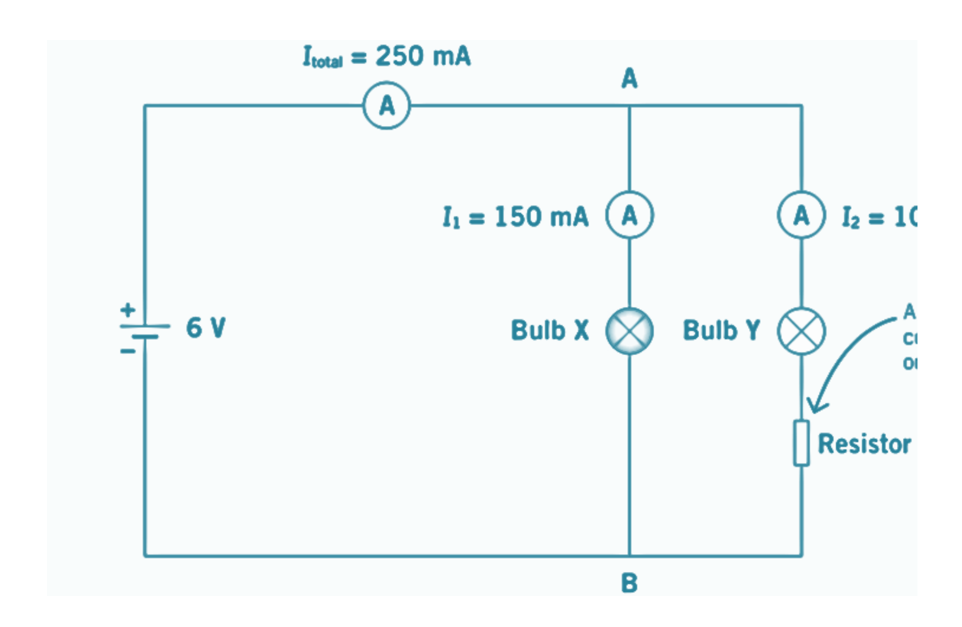


في الدارة السابقة لدينا المصباح X متصلٌ على التوازي مع مصدر التغذية مباشرة دون أي حائل (مقاومة مثلاً) و لذلك فإن جهده يجب أن يكون مساوياً لجهد مصدر التغذية أي 6 V فولت لأن الجهد يجب أن يكون واحداً في جميع الدارات المتصلة مع مصدر التغذية على التوازي .

و مالم يكن هنالك عنصرٌ أو مجموعة عناصر متصلة مع مصدر التغذية على التسلسل قبل تلك الدارات المتصلة مع مصدر التغذية على التسلسل تقتطع شيئاً من الجهد فإن الجهد في جميع التفريعات المتصلة على التوازي مع مصدر الجهد يجب أن يكون مساوياً لجهد مصدر التغذية.

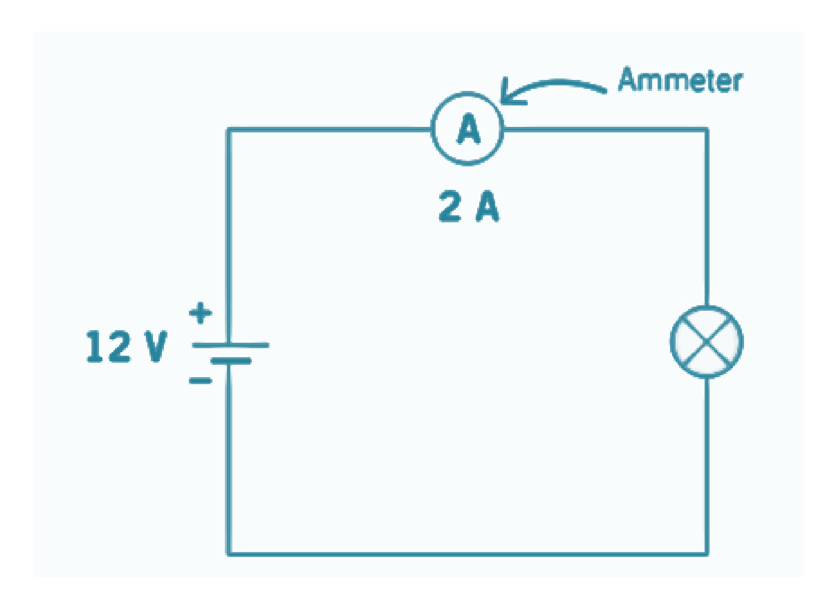
أما إذا كان هنالك عنصرٌ أو مجموعة عناصر متصلة مع مصدر التغذية على التسلسل قبل تلك التفريعات المتصلة مع مصدر التغذية على التوازي(التفرع) فإن الجهد في جميع التفريعات المتصلة على التوازي مع مصدر الجهد يجب أن يساوي الجهد الخارج من آخر عنصرٍ متصلٍ على التسلسل مع مصدر التغذية.

في الجهة اليمنى من المخطط لدينا عنصرين متصلين مع بعضهما البعض على التسلسل و هما المصباح Y و المقاومة و علينا الانتباه إلى أن كلا هذين العنصرين متصلين على التوازي (التفرع) مع مصدر التغذية و لذلك فإنهما سوف يقتسمان الجهد الكلي أي 6 V فولت فيما بينهما و لكن لن يحصل كلُ منهما على الجهد كاملاً أي 6 فولت.



يتألف التيار الكهربائي من إلكترونات و الإلكترونات هي بالطبع ذات شحنةٍ سلبية ، و تقاس الشحنة الكهربائية بوحدة الكولوم COULOMB .

كل واحد أمبير يساوي شحنةً مقدارها واحد كولوم تتدفق خلال ثانيةٍ واحدة.



عندما يُشير المقياس إلى 2 A أمبير في الدارة فذلك يعني بأن شحنةً مقدارها 2 كولوم تتدفق في الدارة في الثانية الواحدة.

charge (C) = current (A) × time (s)

الشحنة الكهربائية مُقاسةً بالكولوم تساوي التيار مقاساً بالأمبير ضرب الزمن مقاساً بالثانية.

C = A × S

(كاس) CAS (عملية ضرب)

الشحنة (بالكولوم) تساوي شدة التيار(بالأمبير) ضرب الزمن (بالثانية)

energy transferred (J) = charg e (C) × voltag e (V)

مقدار الطاقة التي يتم نقلها مقاسةً بوحدة الجول J تساوي الشحنة الكهربائية مقاسةً بوحدة الكولوم C ضرب الجهد مقاساً بالفولت V.

E = Q × V

تقاس الشحنة الكهربائية بوحدة الكولوم.

إن تياراً تبلغ شدته واحد أمبير تعني شحنةً مقدارها واحد كولوم تعبر الدارة كل ثانية.

إذا عبرت شحنةٌ مقدارها واحد كولوم خلال فرق كمون مقداره واحد فولت فإنها تنقل واحد جول j o u l e من الشحنة .

مصباحٌ يستمد تغذيته من بطاريةٍ يبلغ جهدها 3 V فولت و يمر عبره تيارٌ تبلغ شدته 0.25 A أمبير .

ما هي مقدار الشحنة التي تمر خلال هذا المصباح إذا تم تشغيله لمدة 5 دقائق؟

لحساب الشحنة نستخدم معادلة حساب الشحنة الكهربائية :

charge (C) = current (A) × time (s)

الشحنة الكهربائية مُقاسةً بالكولوم تساوي التيار مقاساً بالأمبير ضرب الزمن مقاساً بالثانية.

C = A × S

(كاس) CAS (عملية ضرب)

الشحنة (بالكولوم) تساوي شدة التيار(بالأمبير) ضرب الزمن (بالثانية)

في جميع المعادلات الفيزيائية يتوجب علينا أن نلتزم بوحدات القياس الموجودة في تلك المعادلات و إلا فإن النتائج سوف تكون خاطئةً تماماً ، فالزمن المعطى هنا بالدقيقة بينما الزمن في المعادلة بالثانية و إذا وضعت الزمن بالدقيقة فإن المعادلة سوف تتعامل مع الدقائق الخمسة على أنها خمس ثواني و لذلك يتوجب علي أولاً القيام بتحويل الزمن من دقائق إلى ثواني:

$5\times60=300$

5 دقائق ضرب 60 ثانية تساوي 300 ثانية.

الآن:

الشحنة =شدة التيار (أمبير) × الزمن (ثانية) :

(كاس) CAS (عملية ضرب)

$C=0.25\ A\times300\ S$

$0.25\ A\times 300\ S =75$

أي أن الشحنة تبلغ 75 كولوم.

نستخدم المعادلة الثانية لحساب مقدار الطاقة المنقولة (بالجول):

مقدار الطاقة المنقولة (بالجول) تساوي الشحنة بالكولوم ضرب الجهد(بالفولت).

CVJ سي في جي (ضرب)

$C\times V=J$

كولوم ضرب فولت =جول

$75C\times3V=225J$

75 كولوم ضرب 3 فولت تساوي 225 جول.

نتذكر طريقة حساب الشحنة بالكولوم :

الشحنة(كولوم) =شدة التيار (أمبير) × الزمن (ثانية) :

المقاومة المتغيرة

تستخدم المقاومات المُتغيرة لضبط و تغيير مقدار التيار الذي نريده أن يمر في دارةٍ ما و هو الأمر الذي يُمكننا من التحكم بسرعة دوران محرك أو تغيير شدة إضاءة مصباح أو ضبط ارتفاع الصوت.

تتألف المقاومة المتغيرة من ملفٍ سلكي مقاومٍ و مزلاجٍ يحدد عدد اللفات المقاومة التي نريد للتيار أن يمر فيها زيادةً أو نقصاناً.

قانون أوم :

VAO فاو (ضرب)

V=A×O

الجهد (بالفولت) يساوي شدة التيار (بالأمبير) ضرب المقاومة(بالأوم).

من صيغ قانون أوم الصيغة المستخدمة لحساب المقاومة و هي الصيغة أوفا OVA(قسمة)

O=V/A

المقاومة (بالأوم) تساوي الجهد (بالفولت) تقسيم شدة التيار(بالأمبير)

تذكر دائماً:

حساب الجهد (عملية ضرب)

حساب المقاومة (عملية قسمة)

حتى لا ننسى فإن عملية حساب الجهد هي عملية إيجابية لأن الناتج غالباً ما يكون عدداً صحيحاً (ضرب)أما حساب المقاومة فهي عمليةٌ سلبية لأن الناتج غالباً ما يكون رقماً عشرياً (قسمة) كما أن الجهد مفهومٌ إيجابي (ضرب) أما القسمة فهي مفهومٌ سلبي(قسمة).

المقولة السابقة ليست قانوناً و لكنها مجرد فكرة تمكننا من تذكر قانون أوم.

تيارٌ تبلغ شدته نصف أمبير 0.5 A يسري في مصباحٍ يبلغ جهده 6 فولت .

ما هي مقاومة هذا المصباح؟

لحساب المقاومة نستخدم معادلة حساب المقاومة OVA (أوفا) عملية قسمة ، و التي هي إحدى صيغ قانون أوم.

O=V/A

المقاومة (بوحدة الأوم) تساوي الجهد(بالفولت) مقسوماً على شدة التيار (بالأمبير).

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة لدينا:

O=6 V / 0.5 A

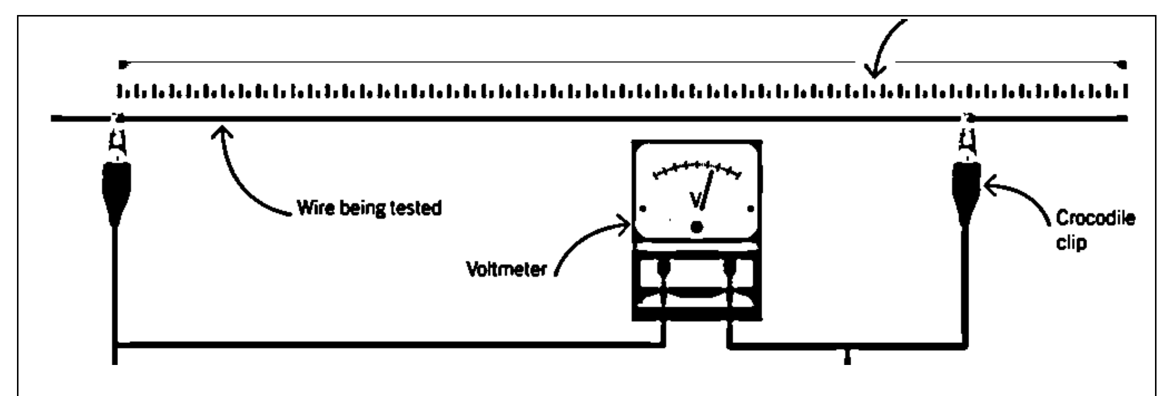
O=12 Ω

تبلغ مقاومة المصباح 12 أوم.

مبدأ عمل المقاومة المُتغيرة.

التأكد من أن المقاومة تزداد كلما ازداد طول السلك.

التأكد بأن هبوط الجهد يزداد كلما ازداد طول السلك.

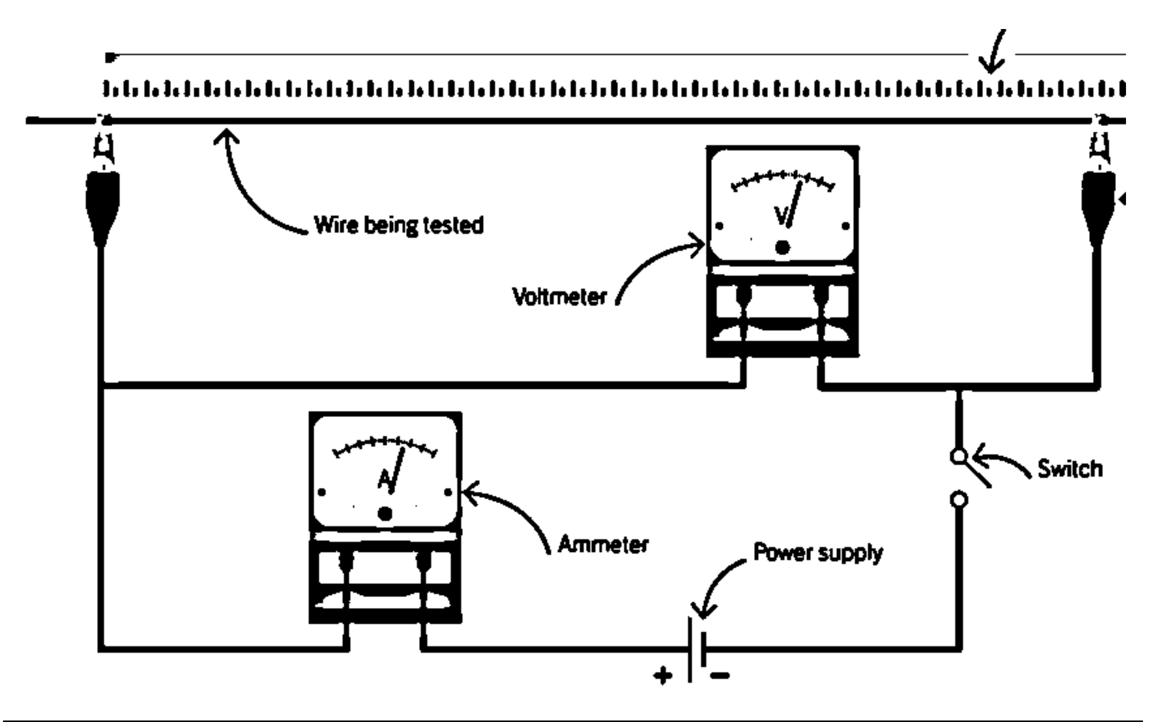


نقوم بضبط المقياس على وضعية قياس الجهد .

نثبت أحد مسباري المقياس على طرف السلك.

نقوم بتحريك المسبار الثاني و نلاحظ قراءة مقياس الجهد.

يمكننا ملاحظة تغير شدة التيار(الأمبير) مع تغير الجهد (الفولت) عن طريق وصل مقياس شدة تيار(أمبير) بطرفي مقياس الجهد:



يمكننا إجراء التجربة السابقة بعد ضبط المقياس على وضعية قياس المقاومة Ω أو أن نقوم باستخدام مقياس أوم Ω.

تحدث المقاومة نتيجة اصطدام الإلكترونات الحرة (إلكترونات التيار الكهربائي) التي تتدفق في السلك الكهربائي مثلاً بشوارد (أيونات) المعدن الثابتة و هذا الاصطدام يؤدي إلى انتقال الطاقة الموجودة في إلكترونات التيار الكهربائي إلى شوارد أو أيونات المعدن الثابتة مما يؤدي إلى زيادة مخزونها من الطاقة الحرارية.

أي أن الاصطدام بين إلكترونات التيار الكهربائي و الشوارد الثابتة في المادة المقاومة للتيار الكهربائي يؤدي إلى تبديد طاقة الإلكترونات الكهربائية على صورة انبعاثٍ حراري.

لا تحتوي المواد العازلة على إلكترونات حرة لتقوم بنقل الشحنة الكهربائية.

لا تحتوي ذرات المواد العازلة على إلكتروناتٍ حرة على مداراتها الخارجية.

في الأسلاك الأكثر ثخانةً يكون هنالك مقدارٌ أكبر من الإلكترونات التي يُمكن لها أن تتدفق و تحمل الشحنة الكهربائية.

كلما كان السلك أكثر ثخانةً فإن مقداراً أكبر من الإلكترونات يُمكنه التدفق عبره و بالتالي فإن عامل المقاومة يكون أقل.

تتناسب المقاومة بشكلٍ عكسي مع عرض مقطع السلك ، فإذا تضاعف عرض مقطع السلك فإن مقدار المقاومة يهبط إلى النصف .

عندما يتضاعف عرض مقطع السلك فإن عامل المقاومة يهبط بمقدار أربع مرات.

تتميز المعادن ذات الموصلية الجيدة للتيار الكهربائي بأن الذرات الموجودة على مداراتها الخارجية تستطيع مغادرة مداراتها بسهولةٍ أكبر.

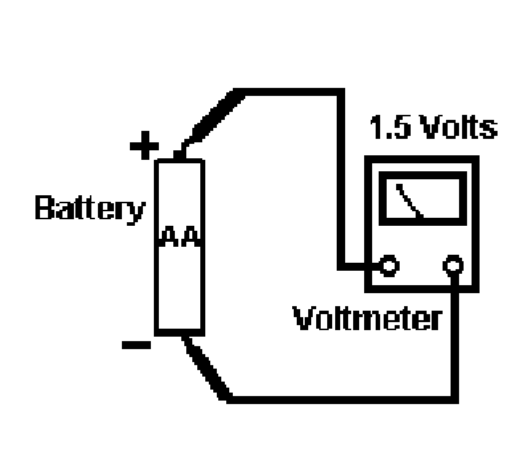
الجهد-فرق الكمون

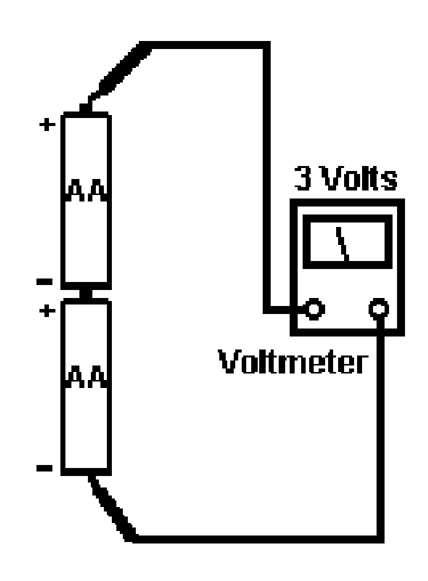
potential difference

يدعى الجهد Voltage كذلك بالقوة المُحركة الإلكترونية EMF- Electro Motive Force و بدون الجهد لا شيء يحدث في أي دارةٍ إلكترونية .

لا أحد يعلم بالضبط ما هو الجهد و لكننا نتعامل مع نتائجه و آثاره فنعرفه بانه قوةٌ دافعة مجهولة تدفع التيار في الدارة .

دُعي الجهد بهذا الاسم نسبةً إلى فولتا و بالطبع فإن فولتا هذا لم يخترع الجهد و إنما فإنه قام باكتشافه فالجهد ظاهرةٌ طبيعيةٌ أزلية .





عندما قمنا بوصل بطاريتين اثنتين على التسلسل يبلغ جهد كلٍ منهما 1.5 V تضاعف الجهد و أصبح 3 V فولت.

تتميز بطارية النيكل كادميوم NiCad بذاكرة شحن بمعنى أننا إذا قُمنا بإعادة شحنها قبل أن تفرغ بشكلٍ كلي فذلك يعني بأنها سوف تفرغ و تحتاج للشحن كلما وصل مستوى الشحن فيها إلى المستوى الذي قمنا بشحنها عندما وصلت إليه في المرة الماضية فإذا قمنا بشحن هذه البطارية عندما تفرغ بنسبة ٣٥% مثلاً فإنها سوف تتصرف عندما يصل مستوى شحنها إلى 35% و كأن مستوى الشحن فيها قد وصل إلى الصفر و أنها قد فرغت بشكلٍ كلي ، و لذلك يتوجب القيام بتفريغها بشكلٍ كلي قبل القيام بإعادة شحنها.

تُعطي الخلية الواحدة في بطارية النيكل-كادميوم NiCad نحو 1.35 فولت .

بطارية الحمض و الأسيد Lead/Acid

تُنتج بطاريات الحمض و الأسيد تياراً (أمبير) عالياً جداً كما أن كل خليةٍ من خلاياها تُعطي نحو 2 فولت.

الأمبير الساعي Amp-Hours لبطارية الرصاص و الحمض الخاصة بالسيارة يُعادل مدة تفريغٍ تبلغ 20 ساعة ، أي أن بطارية رصاصٍ و حمض تامة الشحن و بحالةٍ جيدة يبلغ أمبيرها الساعي 20 يجب أن تُعطي واحد أمبير Amp لمدة 20 ساعة من التفريغ المتواصل.

و إذا تم وصل البطارية السابقة بحملٍ مقداره 5 أمبير Amps فإنها لن تقوم بتشغيل ذلك الحمل لمدة 4 ساعات :

20 تقسيم 5 يساوي 4

و لكنها سوف تقوم بتشغيل ذلك الحمل نحو ساعتين .

المقاومة Resistance

تُعرف المقاومة بأنها مقدار الصعوبة التي يجدها التيار عند عبوره في مادةٍ معينة أياً تكن.

تُستخدم المقاومات للتحكم في مقدار التيار الذي يسري في الدارة.

يتحرك التيار الكهربائي بسهولةٍ في المعادن حيث يسري بشكلٍ خاص على سطوح المعادن.

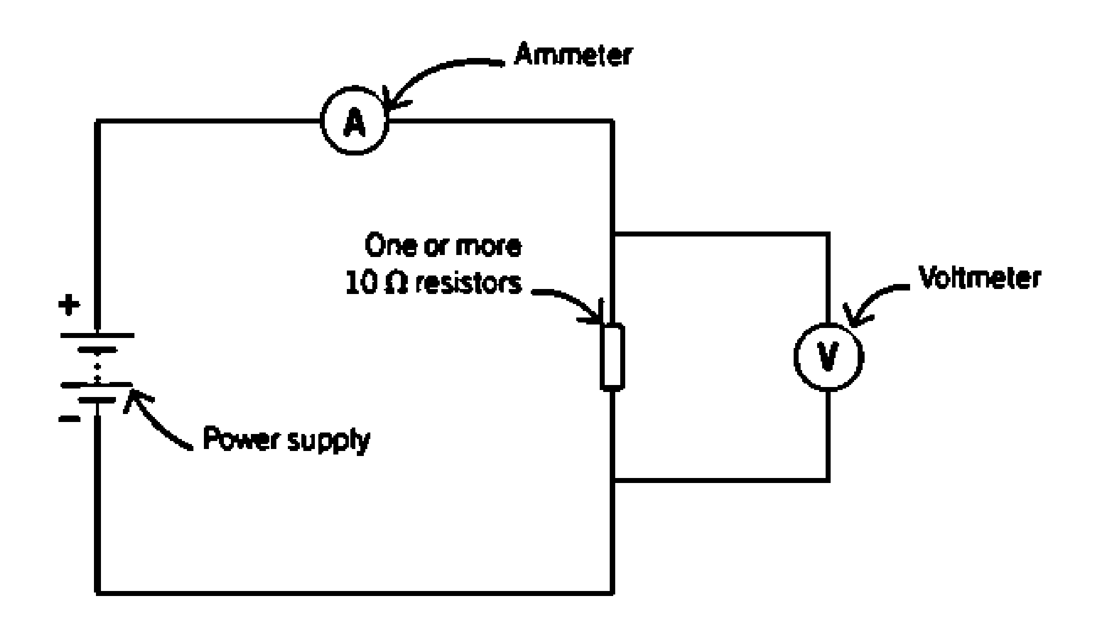
لماذا تُصنع الكابلات الكهربائية من ضفائر تتألف من أسلاك ذاتُ مقطعٍ صغير و لا يتم صناعتها من سلكٍ واحدٍ ذو مقطعٍ كبير؟

السبب الأقل أهمية هو سببٌ ميكانيكي لزيادة مرونة السلك أما السبب الأكثر أهمية فإنه يرجع إلى أن التيار الكهربائي يسري بشكلٍ رئيسي على سطوح المعادن و بالتالي فإن الكابل عندما يتألف من عدة أسلاكٍ مضفورةً مع بعضها البعضStrands

فذلك يعني بأن مساحة سطحه سو ف تكون أكبر مما لو كان يتألف من سلكٍ واحدٍ ثخين و بالتالي فإن مقدار التيار الكهربائي الذي يُمكنه السريان في ذلك الكابل سيكون أكبر.

كلما كان السلك أكثر ثخانةً و أقصر طولاً كانت مقاومته أقل و العكس صحيح إذ أنه كُلما كان أقل ثخانةٍ و أكثر طولاً كانت مقاومته للتيار الكهربائي أكبر.

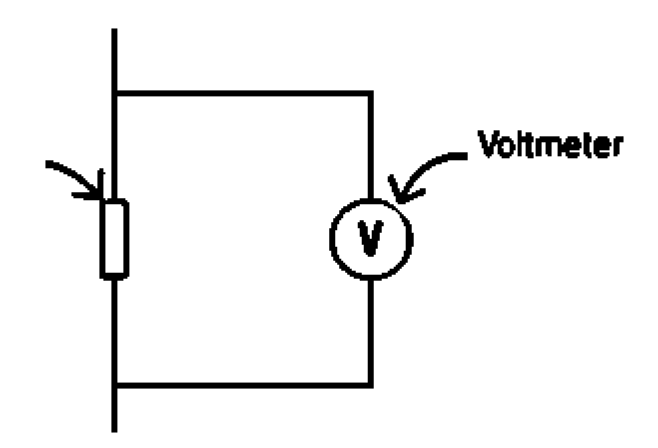
دراسة تأثير المقاومة على كلٍ من الجهد (الفولت) و شدة التيار(الأمبير) باستخدام دارةٍ بسيطة تتألف من مصدر تغذية و مقاومة و مقياس جهد (أفو ميتار) و مقياس شدة تيار(أمبير).



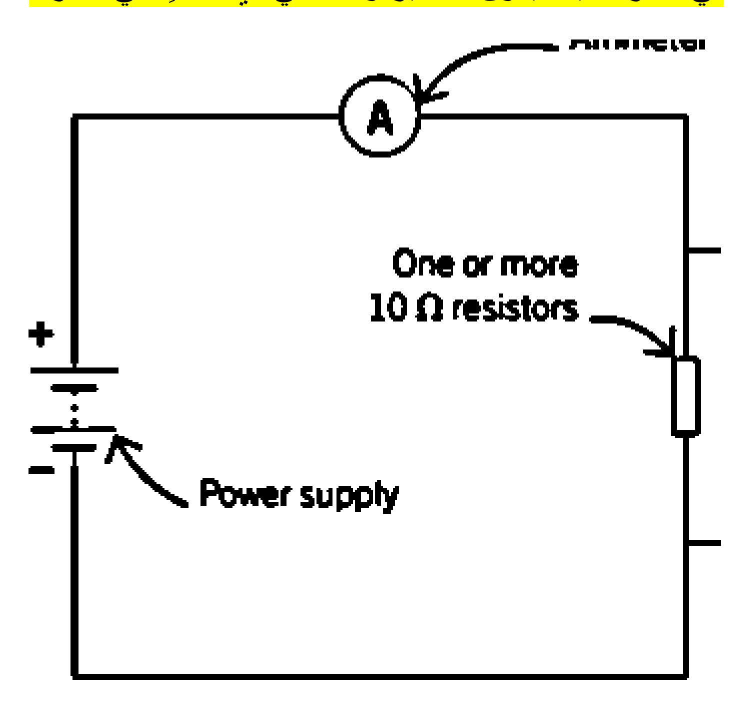
تبلغ قيمة المقاومة في الدارة السابقة 10 Ω أوم .

لقياس تأثير هذه المقاومة على جهد البطارية(الفولت) فإننا نقوم بوصل مقياس الجهد (الفولت) على التوازي مع تلك المقاومة أي أننا نقوم بوصل المسبار السالب للمقياس بأحد قطبي المقاومة بينما نصل مسبار المقياس الموجب بقطبها الآخر.

غالباً ما تكون المقاومات غير قطبية لذلك يُمكن وصل مسباري المصباح إلى قطبي المقاومة بأي اتجاه.



لاحظ كيف نقوم بوصل مقياس شدة التيار(الأمبير) على التسلسل أي نصله مع العنصر المراد قياسه كما توضع حبات العقد أو المسبحة أو كما تتوضع عربات القطار و ذلك لقياس الأمبير في الدارة حيث يكون الأمبير واحداً في أي نقطةٍ في الدارة.



نقوم بوصل المزيد من المقاومات المساوية في قيمتها للمقاومة الأولى و تلاحظ تأثيرها على كلٍ من الجهد (الفولت) و شدة التيار(الأمبير).

و لا ننسى دائماً صيغة حساب قيمة المقاومة من قانون أوم :

أوفا (عملية قسمة) OVA

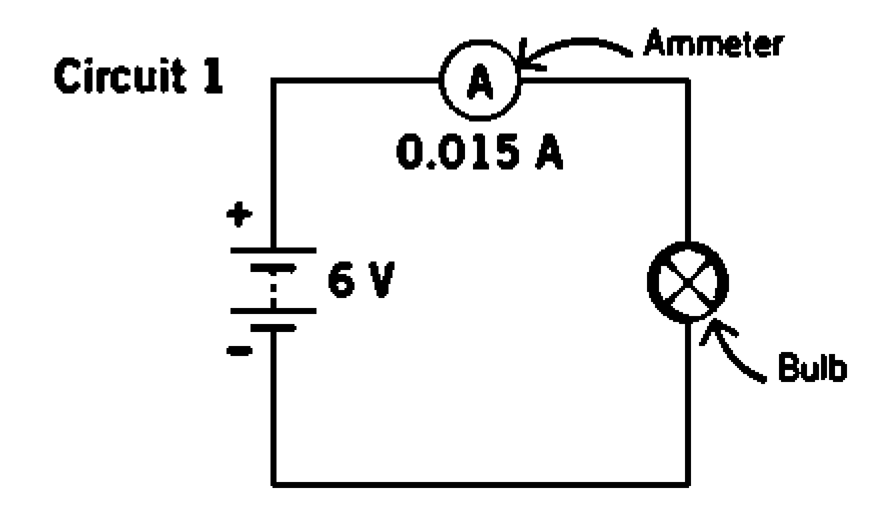
O=V/A

عند وصل المقاومات مع بعضها البعض على التسلسل (التوالي) فإننا في كل مرةٍ نضيف فيها مثلاً مقاومةً تبلغ قيمتها 10 Ω أوم على التسلسل فإن المقاومة سوف تزداد بمعدل 10 Ω .

إن المقاومة الكلية لمجموعة مقاوماتٍ مُتصلةٌ مع بعضها البعض على التسلسل تُساوي مجموع تلك المقاومات:

$R_{total}+R1+R2+R3...$

بخلاف طريقة الوصل على التسلسل فإنه كلما ازدادت قيمة المقاومات المُتصلة على التوازي (التفرع) فإن قيمة المقاومة في الدارة تنخفض و يزيد تدفق التيار في الدارة.



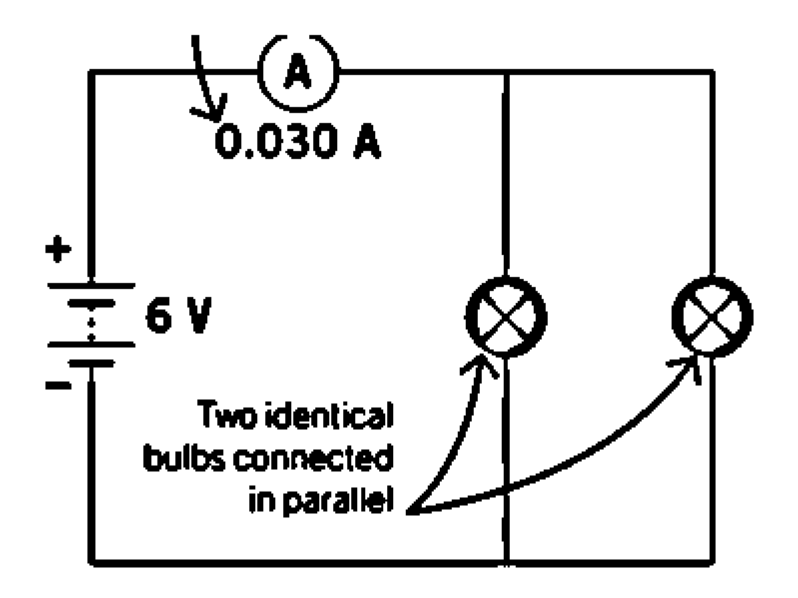
لدينا في الشكل السابق مصباحٌ مُتصلٌ على التوازي (التفرع) مع مصدر الطاقة (البطارية) ، و بالطبع فإن المصباح الكهربائي يمثل شكلاً من أشكال المقاومة الكهربائية كونه يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقةٍ حرارية.

و كما نلاحظ فإن مقياس شدة التيار(الأمبير) يشير إلى 0.015 A.

و بالطبع فقد قمنا بوصل مقياس شدة التيار (الأمبير) على التسلسل مع المصباح أي كما توصل حبات القلادة أو حبات المسبحة مع بعضها البعض و كما تتصل عربات القطار ببعضها .

يمكننا قياس شدة التيار من أي نقطةٍ في الدارة لأن شدة التيار تكون واحدة في جميع أجزاء الدارة المتوازية.

و الآن ما الذي سوف يحدث عندما نضيف مصباحاً آخر مماثلاً في القيمة ، أي عندما نضيف مقاومةً ثانيةً على التوازي ؟



إن الذي يحدث عندما نضيف مصباحاً ثانياً مماثلاً من حيث القيمة للمصباح الأول و نصله على التوازي أن شدة التيار في الدارة(الأمبير) سوف تتضاعف و لذلك فإن مقياس الأمبير يشير إلى 0.030 A

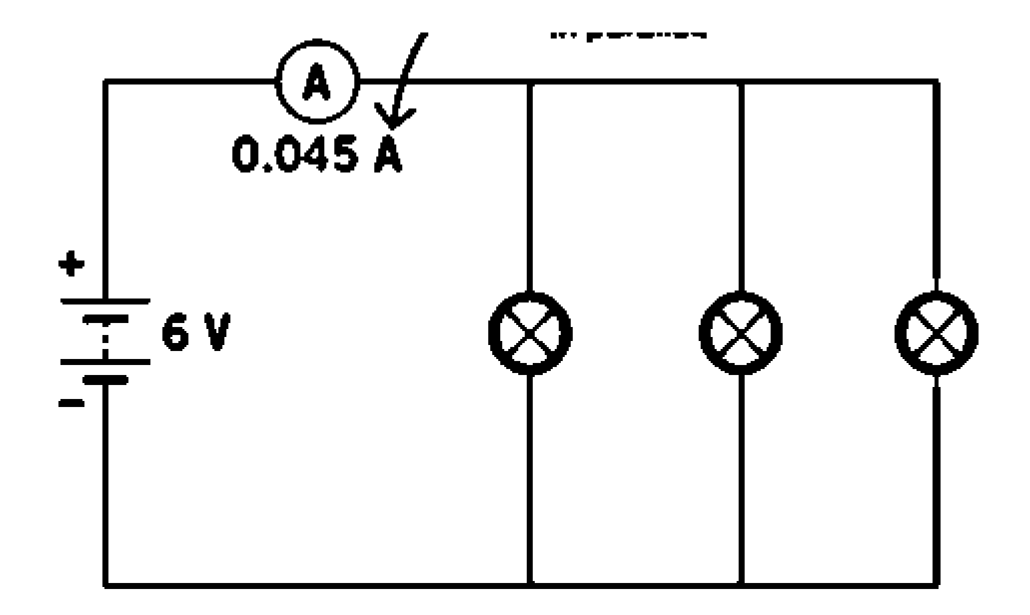
0.015+0.015=0.030 A

عندما يزداد عدد المقاومات المتماثلة من حيث قيمتها المتصلة مع بعضها البعض على التوازي(التفرع) تنخفض قيمة المقاومة و تزداد بالنتيجة قيمة التيار الذي يتدفق في الدارة بشكلٍ يتناسب مع زيادة عدد المقاومات المتماثلة في القيمة.

كلما ازداد عدد المقاومات المُتماثلة من حيث القيمة المتصلة مع بعضها البعض على التوازي تنخفض قيمتها بينما تزداد شدة التيار (الأمبير) في الدارة بصورةٍ متناسبة عكسياً.

عندما قمنا بمضاعفة عدد المقاومات المتماثلة المتصل على التوازي و ذلك بإضافة مصباحٍ ثاني مماثلٌ من حيث القيمة للمصباح الأول فإن المقاومة الكلية قد هبطت لنصف قيمتها السابقة بينما تضاعفت شدة التيار(الأمبير).

الآن ما الذي يحدث عندما نضيف مصباحاً ثالثاً مماثلاً على التوازي ، أي عندما نضيف مقاومةً ثالثة مساويةً من حيث القيمة للمقاومتين الأوليين؟

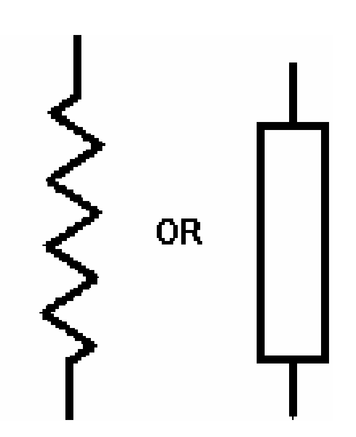


كما تلاحظون فإن مقياس شدة التيار (الأمبير) A قد أشار إلى أن شدة التيار في الدارة قد أصبحت 0.045 ، أي أن شدة التيار قد تضاعفت ثلاث مرات بعد أن قُمنا بمضاعفة المقاومة ثلاث مرات.

0.015+0.015+0.015=0.045 A

0.015×3=0.045 A

هنالك علاقة تناسبٍ عكسي ما بين عدد المقاومات المتماثلة المتصلة على التوازي(التفرع) و بين شدة التيار(الأمبير) ذلك أنه كلما تضاعف عدد المقاومات المتماثلة المتصلة على التوازي انخفضت المقاومة الكلية مما يؤدي بالضرورة إلى أن تتضاعف قيمة التيار (الأمبير) بنسبة معاكسة.



يتم قياس التيار الكهربائي بوحدة الأمبير Amps و ذلك باستخدام مقياسٍ يُدعى بمقياس الأمبير ammeter

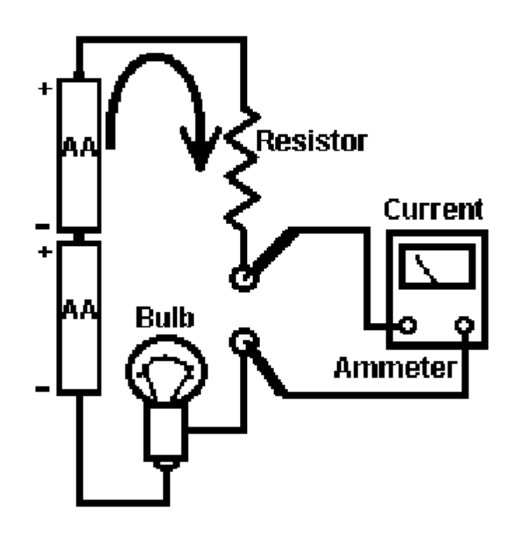
---

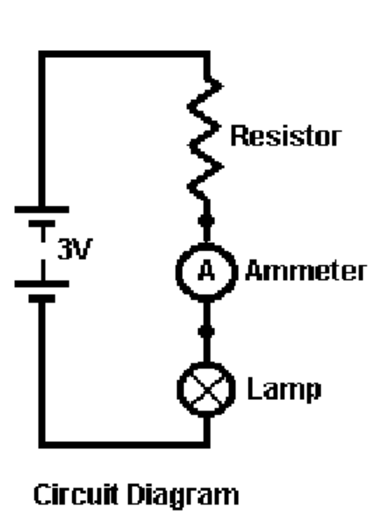
المقاومات الحرارية Thermistors

المقاومات الحرارية هي مقاوماتٌ تتغير قيمتها عندما تتعرض للحرارة.

تستخدم المقاومات الحرارية في ضبط درجة الحرارة في التجهيزات المختلفة.

تصنع المقاومات الحرارية من أشباه موصلات





مالم يكن هنالك سببٌ قويُ يمنع ذلك فإن الخط الأفقي العلوي في مخطط الدارة يرمز لخط الجهد الموجب في الدارة أما الخط الأفقي السفلي فإنه يرمز لخط الجهد السلبي.

شيءٌ آخر يتوجب الانتباه إليه عند تحليل و رسم مخططات الدارات الإلكترونية و هو أن التيار الكهربائي (في المخططات) يتحرك من الجهة اليُسرى إلى الجهة اليُمنى أي أن أول العناصر عملاً في الدارة هو أول عنصرٍ يكون في الجهة العلوية اليسرى من الدارة أما آخر العناصر عملاً في الدارة فهو العنصر الموجود في الجهة السُفلية اليُمنى من الدارة.

كلما كانت قيمة المقاومة أكبر كان التيار الذي يُمكن له أن يسري عبرها أقل.

عندما تكون المقاومة صغيرةً إلى درجةٍ لا يُمكن كتابة قيمتها عليها يتم تمثيل قيمتها من خلال أشرطةٍ ملونة بحيث يكون لكل لونٍ قيمةً معينة:

صفر =أسود

واحد =بني

3 =برتقالي

4=أصفر

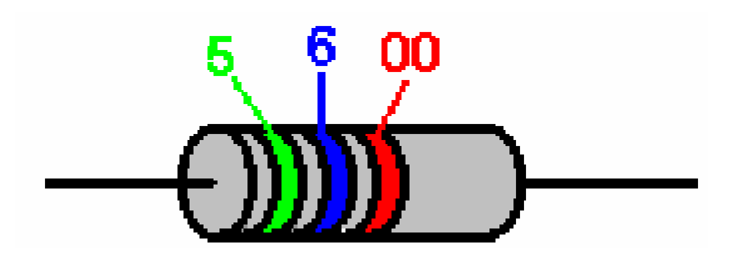
5 =أخضر

6=أزرق

7 =قرمزي أو بنفسجي.

8 =رمادي

9 =أبيض



أخضر 5

أزرق 6

أحمر 2

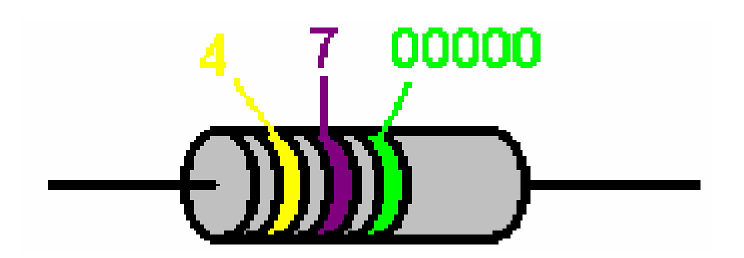
تكون قيمة هذه المقاومة 5600 أوم يُمكن كتابتها بهذه الصيغة 5K6 Ω

وضعنا الشريط الأحمر في خانة الأصفار و بما أن قيمة اللون الأحمر 2 و بما أن الشريط الأحمر كان في خانة الأصفار فذلك يعني بأن قيمته تبلغ صفرين و هما بالطبع يشغلان خانتي الآحاد و العشرات .

وضعنا اللون الأزرق في الخانة التالية للصفرين أي خانة المئات ، وبما أن قيمة اللون الأزرق تبلغ 6 فذلك يعني بأن قيمة الشريط الأزرق في هذه المقاومة تبلغ 600 :

وضعنا الشريط الأخضر في الخانة التالية الرابعة صفرين للون الأحمر أحاد و عشرات، ثم العدد 6 في خانة المئات ، و بما أن قيمة اللون الأخضر تبلغ 5 أوم فذلك يعني بأن قيمة الشريط الأخضر هنا تبلغ 5000 لأنه أتى بعد ثلاثة خانات أي أنه أتى في خانة الآلاف .

و بذلك فإن قيمة هذه المقاومة تبلغ 5600 أوم يُمكن كتابتها بهذه الصيغة 5K6 Ω



أتى الشريط الأخضر في خانة الأصفار و بما أن قيمة اللون الأخضر تساوي 5 فذلك يعني بأن لدينا خمسة أصفار في الجهة اليمنى (آحاد- عشرات – مئات-آلاف-عشرات الآلاف)

أتى بعد الأصفار الخمسة شريطٌ بنفسجي اللون و بما أن قيمة اللون البنفسجي تبلغ 7 ذلك يعني بأن قيمة الشريط البنفسجي مع الأصفار التي تسبقه 700000 أي سبع مئة ألف.

الشريط التالي كان باللون الأصفر و بما أن قيمة اللون الأصفر 4 و حيث أنه أتى قبل العدد 4 الرقم 700000 فإن العدد التالي لها سيكون في خانة الملايين و لذلك فإن العدد 4 يساوي 4 ملايين أي 4000000

4000000+700000=4700000

أي أن قيمة هذه المقاومة تساوي 4 ملايين و 700 ألف أوم .

Ohms4,700000

4M7Ω

لاحظ كيف استخدمنا رمز الميغا(المليون) M بدلاً من الفاصلة بين العددين 4 و 7 و ذلك اختصاراً للحيز المطلوب.

4.7MΩ

تتم قراءة ألوان الأشرطة من الجهة اليسرى باتجاه الجهة اليمنى .

و لكن كيف نميز جهتي المقاومة و طرفيها عن بعضهما البعض؟

نستطيع فعل ذلك من خلال مدى قرب و بعد الخطوط عن أحد قطبي المقاومة حيث يكون الشريط ذو القيمة الأكبر قريباً من أحد طرفي المقاومة بينما يكون شريط الأصفار (ذو القيمة الأقل بالطبع) بعيداً عن ذلك الطرف.

يمكن أن نجد شريطاً إضافياً يدل على معدل الخطأ في قيمة المقاومة أو معدل السماحية tolerance لأن القيمة الحقيقية للمقاومة لا تكون متطابقة 100% مع قيمتها الاسمية المبينة بألوان الأشرطة.

ما هي قيمة مقاومة عليها ثلاثة أشرطة حمراء اللون : أحمر –أحمر-أحمر؟

اللون الأحمر يساوي 2 .

الشريط الأحمر الأول (الأكثر بعداً) يمثل خانة الأصفار و بما أن قيمة اللون الأحمر تساوي 2 فإنه يساوي صفرين (أحد الصفرين في خانة الآحاد و الثاني في خانة العشرات).

الشريط الأحمر التالي يساوي العدد 2 لأن اللون الأحمر يساوي العدد 2 (خانة المئات)

الشريط الأحمر الثالث يساوي العدد 2 لأن اللون الأحمر يساوي 2 و لكن في خانة الآلاف لأنه أتى بعد ثلاثة خانات 200 ، و بالتالي تُصبح قيمة هذه المقاومة 2200 Ω أوم .

00+2=200+2000=2200Ω

2200 ohms

2k2

لاحظ كيف استخدمنا رمز الكيلو (الألفk) بدلاً من الفاصلة دلالةً على أن العدد 2 الأول يقع في خانة الآلاف (كيلو أوم) بينما العدد 2 الثاني يقع في خانة المئات.

ما هي قيمة مقاومة ألوان أشرطتها ابتداءً من الجهة اليسرى : أصفر-بنفسجي-برتقالي؟

بكل بساطة نقول بأن اللون الأصفر يساوي 4 و اللون البنفسجي يساوي 7 ثم الشريط الأخير هو شريط الأصفر و لونه برتقالي و اللون البرتقالي يساوي 3 أي ثلاثة أصفار فيصبح لدينا:

4+7+000=47000

47000 ohms

4700 أوم

4k7 استخدمنا رمز الكيلو K(الألف) بدلاً من الفاصلة للدلالة على أن العدد ٤ يقع في خانة الآلاف بينما العدد 7 يقع في خانة المئات.

كم تبلغ قيمة مقاومة عليها ثلاثة أشرطة ألوانها على التوالي: برتقالي-برتقالي-برتقالي ؟

تبلغ قيمة اللون البرتقالي 3 .

اللون البرتقالي الأول =3

اللون البرتقالي الثاني=3

اللون البرتقالي الثالث يقع في خانة الأصفار أي أنه يساوي ثلاثة أصفار و بالتالي فإن قيمة هذه المقاومة تُصبح على الصورة التالية :

3+3+000=33000

33k

33 كيلو أوم أي 33 ألف أوم.

كم تبلغ قيمة مقاومة عليها ثلاثة أشرطة ألوانها على التوالي: بني-أخضر-أحمر ؟

الشريط البني الأول يساوي   واحد 1

الشريط الأخضر يساوي 5

الشريط الأحمر يساوي 2 و بما أنه يقع في خانة الأصفار فإنه يُساوي صفرين 00 فتصبح قيمة هذا المقاومة على الصورة التالية:

1+5+00=1500

1500 OHMS أوم

1K5 Ω = 1.5 Ω كيلو أوم

لاحظ كيف استخدمنا رمز الكيلو K بدلاً من الفاصلة أي 1.5 للدلالة على أن العدد واحد هو في خانة الآلاف بينما العدد 5 هو في خانة المئات.

ملاحظة : اللون الأسود يساوي صفر و لكنه عندما يأتي في خانة الأصفار فإنه لا يعني صفر و إنما فإنه يعني لا شيئ.

مثال:

كم تبلغ قيمة مقاومة عليها ثلاثة أشرطة ألوانها على التوالي: بني-أخضر-أسود ؟

اللون البني يساوي واحد 1 .

اللون الأخضر يساوي 5 .

اللون الأسود يساوي صفر 0 و قد أتى في خانة الأصفار أي أنه يساوي صفر صفر أي لا شيء∅ لتصبح قيمة هذه المقاومة على الصورة التالية:

1+5=15

15 OHMS

15Ω

15=1+5+∅

15 ohms

إذاً فإن اللون الأسود عندما يأتي في الطرف فإنه لا يعني صفر و إنما فإنه يعني لا شيء ∅ أي (صفر صفر)

إذاً كيف نعبر عن القيمة صفر؟

نعبر عن القيمة صفر بأن نضع لوناً يعبر عن العدد واحد في خانة الأصفار أي اللون البني لأن العدد واحد في خانة الأصفار يعني (صفراً واحداً) كما في المثال التالي :

كم تبلغ قيمة مقاومة ألوانها على النحو التوالي: بني-أسود-بني ؟

اللون البني يساوي واحد 1 .

اللون الأسود يساوي صفر.

اللون البني الثالث جاء في خانة الأصفار أي أنه يساوي (واحد صفر) أي صفراً واحداً و بالتالي فإن قيمة هذه المقاومة تصبح على الصورة التالية:

1+0+0=100 ohms

100Ω أوم

عندما يأتي اللون البني أي اللون الذي يُمثل العدد واحد في خانة الأصفار فإنه لا يعني واحد و إنه يعني صفراً واحداً.

عندما يأتي اللون الأسود، أي اللون الذي يُمثل الصفر في خانة الأصفار فإنه لا يعني صفر و إنما فإنه يعني لا شيء∅.

كم تبلغ قيمة مقاومة ألوانها على التوالي: أزرق-رمادي-برتقالي؟

اللون الأزرق يُساوي العدد 6 .

اللون الرمادي يساوي العدد 8 .

اللون البرتقالي يساوي العدد 3 و بما أنه أتى في خانة الأصفار فإنه يُساوي ثلاثة أصفار لتصبح قيمة هذه المقاومة على النحو التالي:

6+8+000=68000

68000 ohms أوم

68k كيلو أوم

68kΩ كيلو أوم

كم تبلغ قيمة مقاومة أوانها على التوالي: بني-أخضر-أخضر

اللون البني يساوي العدد واحد 1 .

اللون الأخضر يساوي العدد 5 .

اللون الأخضر الثاني أتي في الخانة النهائية أي خانة الأصفار أي أنه يساوي خمسة أصفار و بذلك تصبح قيمة هذه المقاومة :

1+5+00000=1500000

1500000 ohms

1500000Ω أوم

1M5

أي واحد و نصف ميغا أوم .

1M5 Ω واحد و نصف ميغا أوم أي 1.5 MΩ

لاحظ كيف أننا استخدمنا رمز الميغا M(مليون) بدلاً عن الفاصلة لتدل على أن العدد واحد يقع في خانة الملايين بينما العدد 5 يقع في خانة مئات الآلاف.

كم تبلغ قيمة مقاومة ألوانها على التوالي: أصفر-بنفسجي-بني ؟

اللون الأصفر الأول (القريب من طرف المقاومة) تبلغ قيمته 4 .

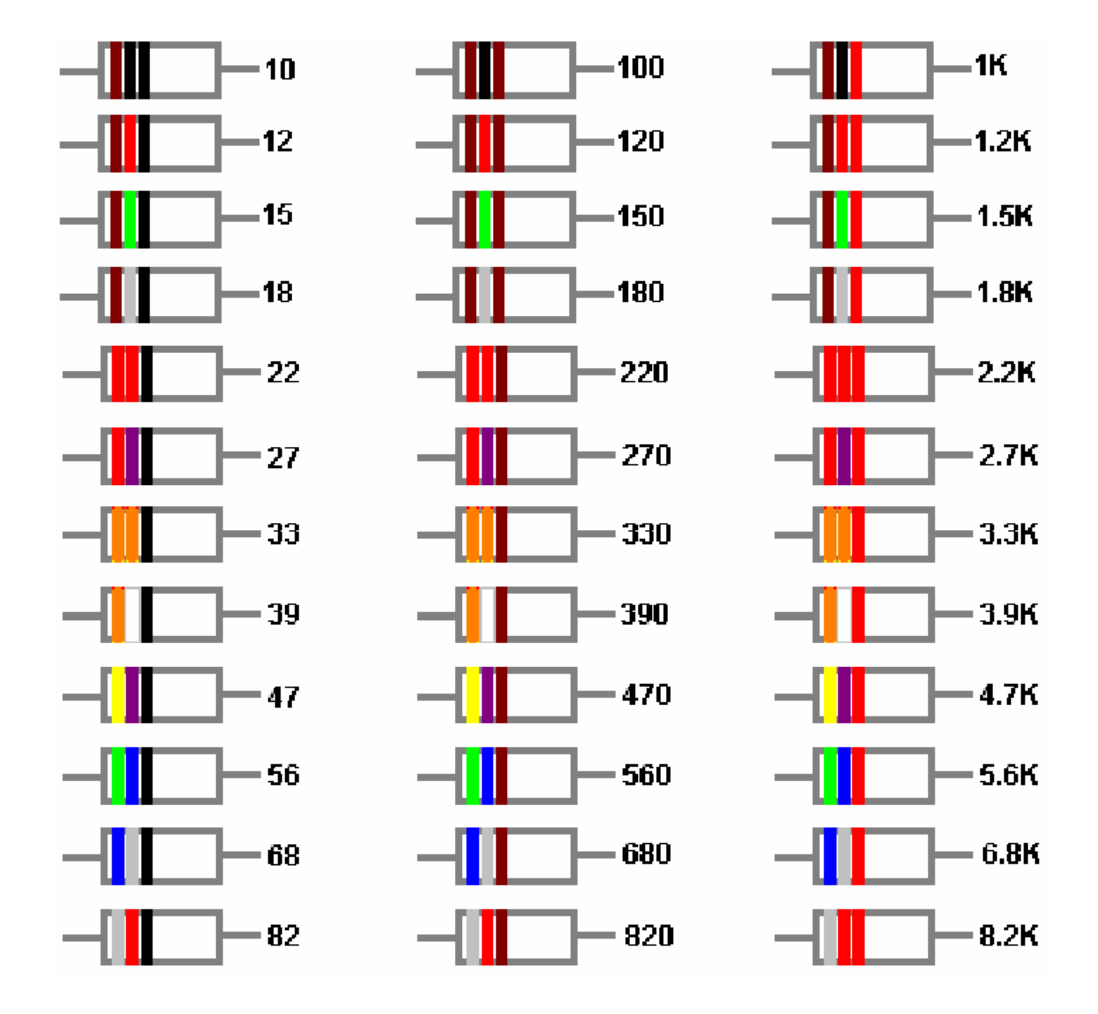
اللون البنفسجي يساوي 7 .

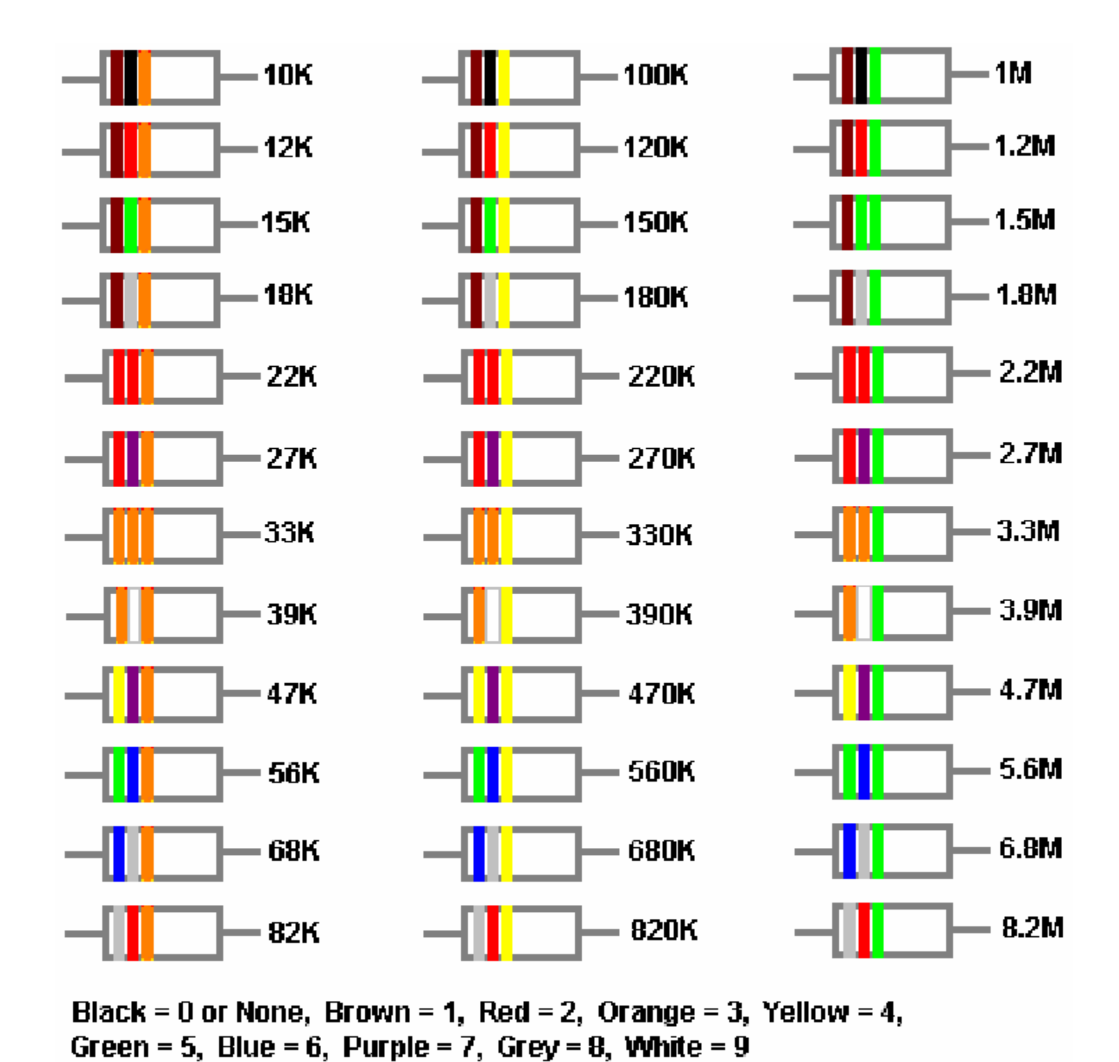
اللون البني تبلغ قيمته واحد و هو يقع في خانة الأصفار و هذا لا يعني بأنه يساوي واحد و إنما فإنه يساوي صفراً واحداً أي صفر و بالتالي فإن قيمة هذه المقاومة تصبح :

4+7+0=470 ohms.

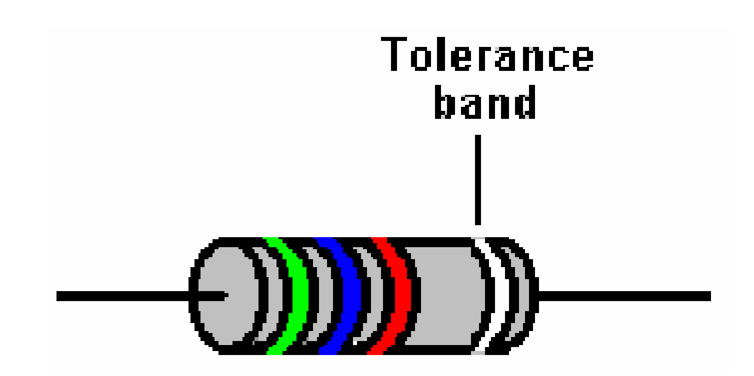
470 Ω أوم

470 أوم .


10
12
15
18
22
27
33
39
47
56
68
82
100
120
150
180
220
270
330
390
470
560
680
820
1K
1.2K
1.5K
1.8K
2.2K
2.7K
3.3K
3.9K
4.7K
5.6K
6.8K
8.2K



شريط السماحية (هامش الخطأ المسموح به ما بين القيمة الفعلية و القيمة الاسمية للمقاومة)



يتوضع شريط السماحية بشكلٍ منفرد في الطرف الثاني من طرفي المقاومة بعيداً عن أشرطة تحديد قيمة المقاومة و تشير نسبة السماحية إلى الفرق النسبي ما بين القيمة الفعلية للمقاومة و ما بين قيمتها الاسمية غير أن هذا الفرق يكون فرقاً مسموحاً به و ضمن حدود معقولة لا تؤثر على عمل الدارة.

علماً أن نسبة السماحية هذه لا تكون واحدةً بين جميع المقاومات التي يُنتجها المصنع الواحد و لهذا السبب إذا كنا نقوم بتطبيق دارة شديدة الدقة يتوجب فيها أن تكون قيمة المقاومة الفعلية قريبة جداً من قيمتها الاسمية عندها نقوم بإحضار أكبر عدد ممكنٍ من المقاومات التي تكون قيمتها الاسمية واحدة ثم باستخدام مقياس أوم نقوم بقياس قيمتها الفعلية للبحث عن المقاومة أو المقاومات التي تكون قيمتها الفعلية أقرب ما يمكن من قيمتها الاسمية و في حال لم نتمكن من العثور على مقاومةٍ تكون قيمتها الفعلية مطابقة أو قريبةً جداً من قيمتها الاسمية فإننا نقوم بوصل عدة مقاوماتٍ من قيم فعلية مختلفة مع بعضها البعض للحصول على القيمة الفعلية التي نريدها.

---

actual value القيمة الفعلية

nominal value القيمة الاسمية

ohm-meter مقياس أوم

قيم شريط السماحية حسب اللون

شريط السماحية الفضي اللون : يعني بأن سماحية المقاومة هي ± 10% أي أن مقاومةً قيمتها الاسمية 10 كيلو أوم من هذا النوع يجب أن تتراوح قيمتها الفعلية ما بين 9 و 11 كيلو أوم.

شريط السماحية الذهبي اللون : يعني بأن سماحية المقاومة هي ± 5% أي أن مقاومةً قيمتها الاسمية 10 كيلو أوم من هذا النوع يجب ان تتراوح قيمتها الفعلية ما بين 9.5 و 10.5 كيلو أوم.

شريط السماحية الأحمر اللون : يعني بأن سماحية المقاومة هي ± 2% أي أن مقاومةً قيمتها الاسمية 10 كيلو أوم من هذا النوع يجب أن تتراوح قيمتها الفعلية ما بين 9.8 و 10.2 كيلو أوم.

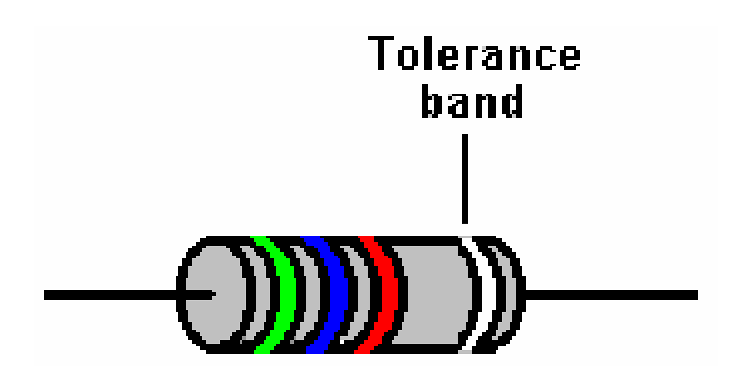
شريط السماحية البني اللون : يعني بأن سماحية المقاومة هي ± 1% أي أن مقاومةً قيمتها الاسمية 10 كيلو أوم من هذا النوع يجب أن تتراوح قيمتها الفعلية ما بين 9.9 و 10.1 كيلو أوم.

شريط السماحية الأخضر اللون : يعني بأن سماحية المقاومة هي نصف بالمئة ± 0.5% أي أن مقاومةً قيمتها الاسمية 10 كيلو أوم من هذا النوع يجب أن تتراوح قيمتها الفعلية ما بين 9.95 و 10.05 كيلو أوم.

شريط السماحية الأزرق اللون : يعني بأن سماحية المقاومة هي ± 0.25% أي أن مقاومةً قيمتها الاسمية 10 كيلو أوم من هذا النوع يجب أن تتراوح قيمتها الفعلية ما بين 9.97 و 10.025 كيلو أوم.

شريط السماحية البنفسجي اللون : يعني بأن سماحية المقاومة هي ± 0.1% أي أن مقاومةً قيمتها الاسمية 10 كيلو أوم من هذا النوع يجب أن تتراوح قيمتها الفعلية ما بين 9.99 و 10.01 كيلو أوم.

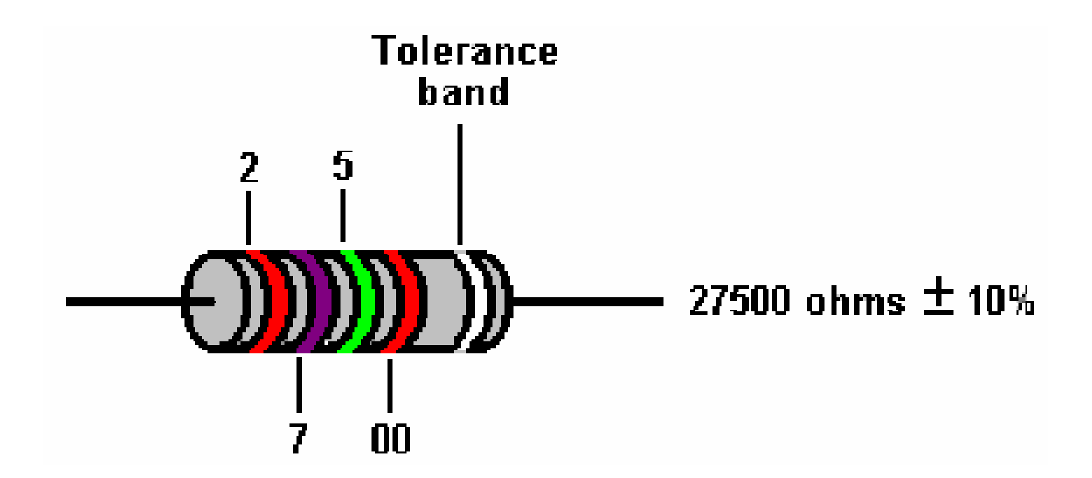
و بالطبع فإنه كلما انخفضت قيمة السماحية كلما ازداد سعر المقاومة و لذلك فإن المقاومات المُستخدمة في التجهيزات المدنية الاعتيادية تتراوح سماحيتها ما بين 5 و 10% .



كيف نميز ما بين أشرطة تحديد قيمة المقاومة و بين شريط السماحية؟

تكون أشرطة تحديد قيمة المقاومة قريبةً من طرف المقاومة الأيسر كما تكون متراصةً مع بعضها البعض ، بينما يكون شريط تحديد السماحية منفرداً و قريباً من طرف المقاومة الآخر(طرفها الأيمن).

تمارين تحديد قيمة المقاومة



الشريط الأول من الجهة اليُسرى بالقرب من قطب المقاومة الأيسر أحمر اللون- اللون الأحمر يدل على العدد 2 .

الشريط التالي بنفسجي اللون و اللون البنفسجي يدل على العدد 7 .

الشريط الثالث أصفر اللون و اللون الأصفر يرمز للعدد 5 .

الشريط النهائي (شريط الأصفار) أحمر اللون و اللون الأحمر يرمز للعد 2 أي أن هنالك صفرين فتصبح قيمة هذه المقاومة على الشكل التالي:

2+7+5+00=27500 ohms

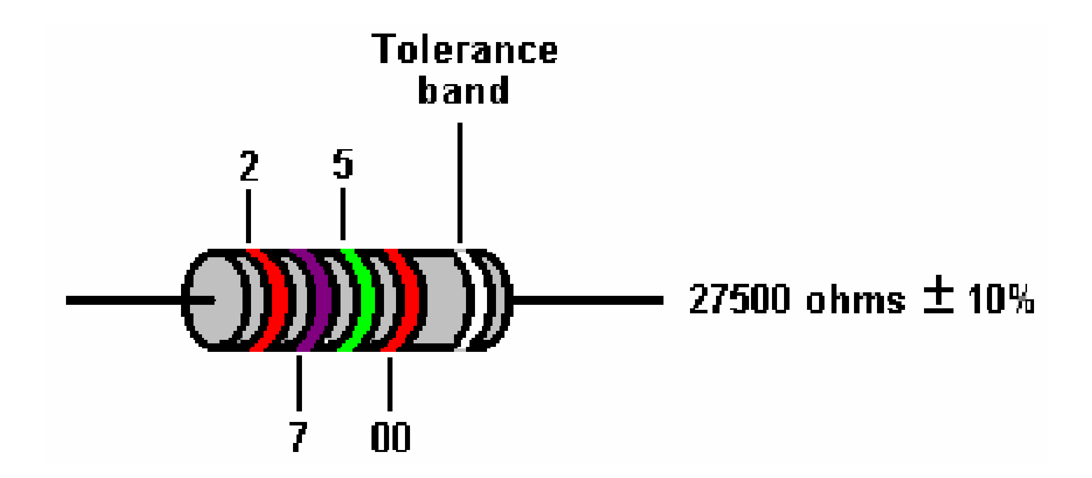
27500Ω أوم

27.5kΩ

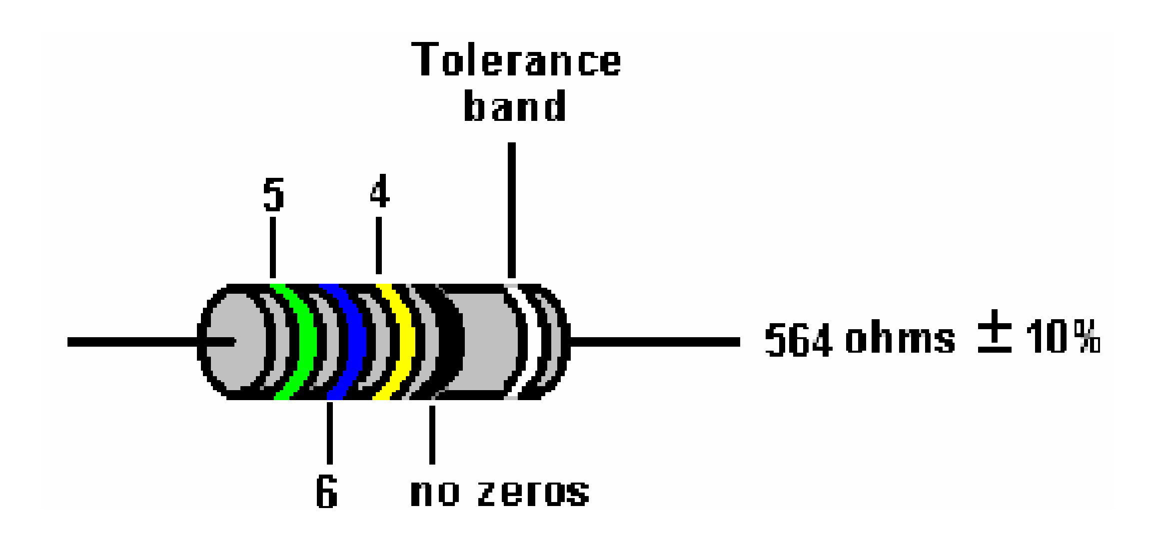
27.5 كيلو أوم أي 27.5 ألف أوم أي 27 ألف و 500 أوم.

27k5

لاحظ كيف أننا استخدمنا رمز الكيلو k (الألف) مكان الفاصلة للدلالة على أن العددين 27 يقعان في خانة الآلاف أي أنهما يعنيان 27 ألف بينما يقع العدد 5 في خانة المئات أي تماماً كأننا نقول 27.5k أي 27 فاصل 5 آلاف أي 27 ألف و 500 أوم.



الشريط الفضي المنفرد الموجود بقرب الطرف الآخر (الطرف الأيمن) من المقاومة هو شريط السماحية و بما أنه فضي اللون فإنه يدل على أن سماحية هذه المقاومة تبلغ ±١٠% .



±

الأشرطة المتراصة مع بعضها البعض قريباً من طرف المقاومة الأيسر هي الأشرطة التي تشير إلى قيمة تلك المقاومة.

الشريط الأول ابتداءً من الجهة اليسرى برتقالي اللون و اللون البرتقالي يرمز للعدد 5 .

الشريط الثاني أزرق اللون و اللون الأزرق يرمز للعدد 6.

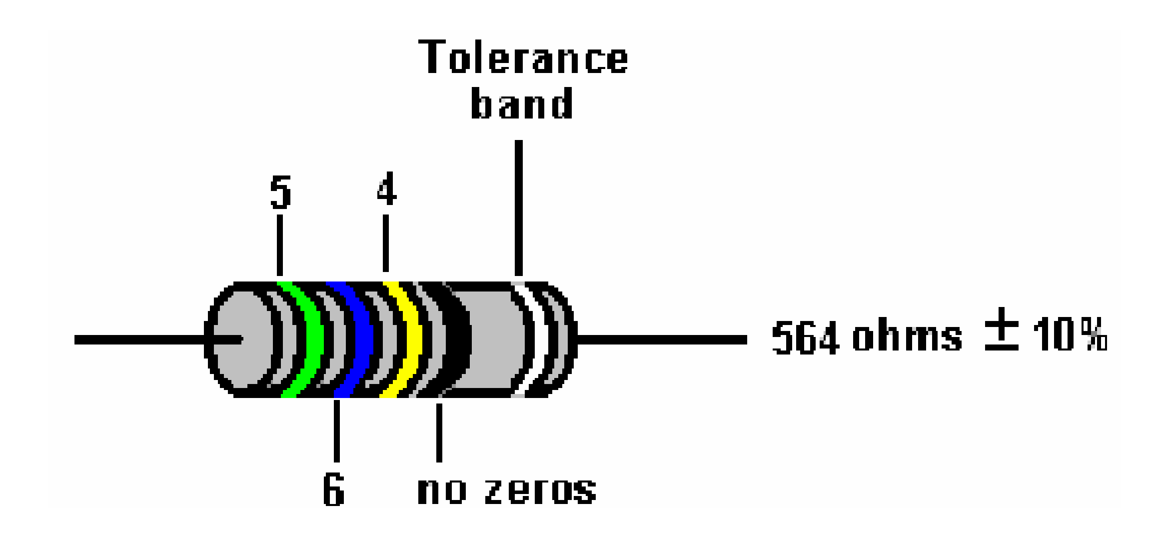
الشريط الثالث أصفر اللون و اللون الأصفر يرمز للعدد 4.

الشريط الرابع و الأخير أسود اللون و اللون الأسود يعني صفر و لكن الشريط الأسود عندما يكون آخر شريط أي عندما يأتي في خانة الأصفار فإنه لا يرمز عندها للصفر و لا يعني بأن

لدينا صفراً في تلك الخانة و إنما فإنه يعني بأن لدينا صفر صفر أي لا شيء Ø و بذلك فإن قيمة هذه المقاومة تُصبح على الصورة التالية :

5+6+4+Ø=564 ohms

564Ω أوم



و كما تلاحظون فإن على طرف المقاومة الأيمن نجد شريطاً منفرداً هو شريط السماحية(نسبة الخطأ أو الفرق ما بين القيمة الاسمية و القيمة الفعلية) و هو هنا شريطٌ فضي اللون و الشريط الفضي يشير إلى سماحية مقدارها ±10%.

و كما مر معنا سابقاً فإن الشريطين الفضي و الذهبي يُشيران إلى درجة السماحية و ذلك عندما نجد هذين الشريطين في الطرف الآخر (الأيمن) من طرفي المقاومة .

و لكن ماذا لو رأينا شريطاً ذهبياً أو شريطاً فضياً في الطرف الأيسر من طرفي المقاومة بجانب أشرطة تحديد قيمة المقاومة؟

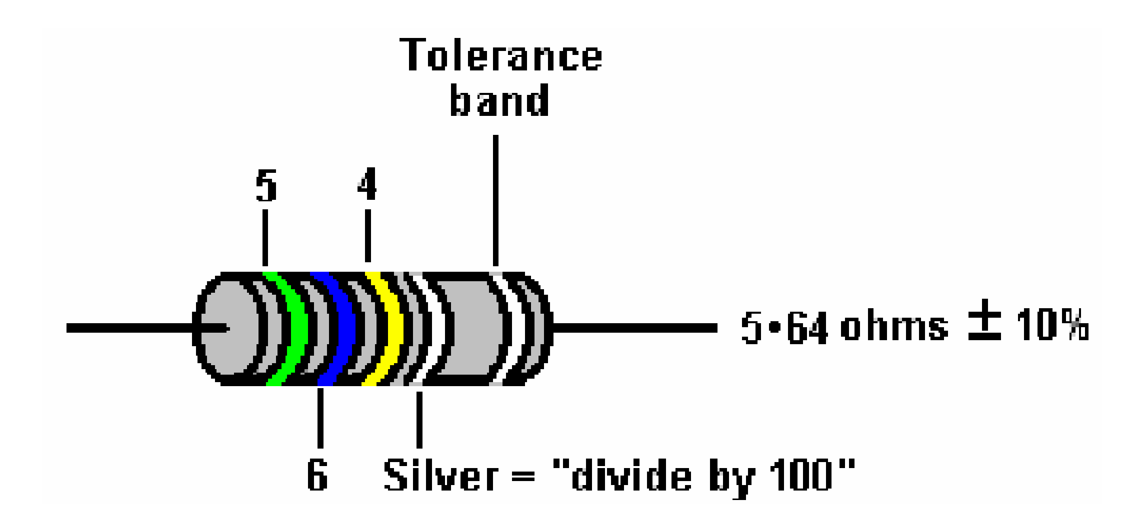
إن الشريط الذهبي عندما يكون بجانب أشرطة ألوان تحديد قيمة المقاومة يدل على أنه ليس هنالك صفر و أنه يتوجب قسمة قيمة المقاومة على عشرة ففي مثالنا السابق إذا كان هنالك شريطٌ ذهبي بجوار أشرطة تحديد القيمة فإن قيمة المقاومة السابقة أي 564 تصبح

56.4 ohms

564/10=56.4Ω

و إذا أتى الشريط الفضي بجوار أشرطة تحديد قيمة المقاومة فإنه يعني كذلك بأنه لا توجد أصفار في قيمة المقاومة و أنه يتوجب قسمة قيمة المقاومة على مئة ، فإذا كانت قيمة المقاومة كما في مثالنا السابق 564 و كان لدينا شريطٌ فضي بجانب أشرطة تحديد قيمة تلك المقاومة فذلك يعني بأن قيمة تلك المقاومة تساوي :

564/100=5.64



بالنسبة للدارات و التجهيزات الشديدة الدقة كالأجهزة العسكرية و الطبية و تجهيزات الأقمار الصناعية يُمكن أن نجد في المقاومات الموجودة في تلك الأجهزة شريطاً سادساً إلى جوار أشرطة تحديد قيمة المقاومة و مهمة ذلك الشريط السادس تتمثل في تحديد مقدار تغير قيمة المقاومة تبعاً لمقدار التغير في درجة الحرارة حسب الألوان التالية:

الشريط البني اللون يدل على أن تغيراً مقداره 0.01% يطرأ على قيمة المقاومة عندما تتغير درجة الحرارة بمقدار درجةٍ مئويةٍ واحدة.

الشريط الأحمر اللون يدل على أن تغيراً مقداره 0.005% يطرأ على قيمة المقاومة عندما تتغير درجة الحرارة بمقدار درجةٍ مئويةٍ واحدة.

الشريط الأصفر اللون يدل على أن تغيراً مقداره 0.0025% يطرأ على قيمة المقاومة عندما تتغير درجة الحرارة بمقدار درجةٍ مئويةٍ واحدة.

الشريط البرتقالي اللون يدل على أن تغيراً مقداره 0.0015% يطرأ على قيمة المقاومة عندما تتغير درجة الحرارة بمقدار درجةٍ مئويةٍ واحدة.

إن أسوأ المقاومات التي تقع في الجدول السابق تتغير قيمة مقاومتها بمعدل 1% إذا تغيرت درجة حرارتها من درجة التجمد (صفر مئوي) إلى درجة غليان الماء (مئة درجة مئوية) أي أن التغير يكاد لا يُذكر.

يشير الشريط الثالث إلى قوة الرقم العشري المضروب به و على سبيل المثال فإن الشريط البرتقالي اللون يمثل القيمة 10^3 عشرة مرفوعة للقوة الثالثة أي :

$10\times10\times10=1000$

(ألف) أي أنها تشير إلى ثلاث خانات أو ثلاث أصفار .

إذا كان الشريط الثالث ذهبي اللون فإنه يشير إلى القيمة عشرة مرفوعةً للقوة السلبية ناقص واحد 10^{-1} أي واحد بالعشرة 0.1.

و إذا كان الشريط الثالث فضي اللون فإنه يشير للقيمة عشرة مرفوعة للقوة السلبية ناقص 2 أي

10^{-2} أي واحد بالمئة 0.01.

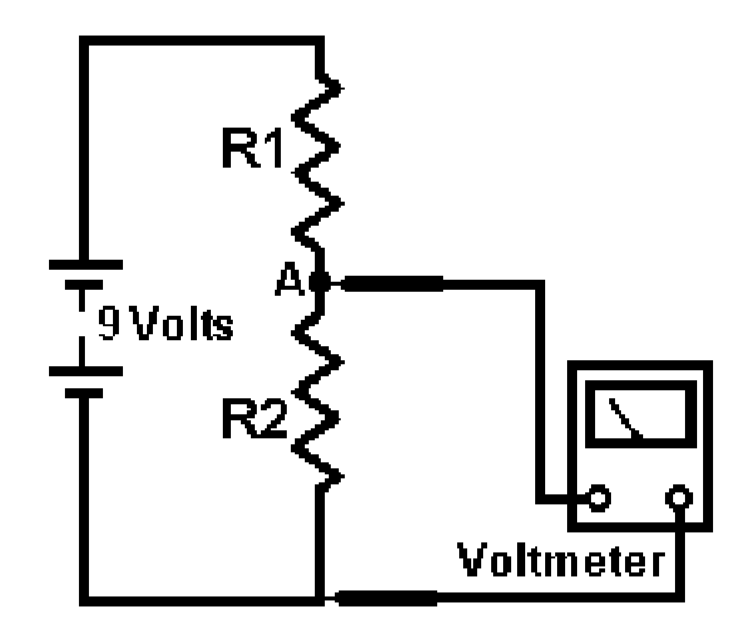
فإذا كانت الأشرطة الثلاثة الأولى (ابتداءً من الجهة اليسرى)

برتقالي-برتقالي-ذهبي

فإن قيمتها تساوي 33×10^{-1}

$33\times10^{-1}=3.3\ \Omega$ ohms

مقسم الجهد pot – potential divide



كم يبلغ الجهد عند النقطة A ؟

إذا كانت كلتا المقاومتين R_1 و R_2 متساويتين في القيمة فإن قيمة الجهد الذي يُغذي كلتا هاتين المقاومتين أي جهد البطارية (و هو هنا يبلغ 9 فولت) سوف يكون 4.5 V فولت عند النقطة A التي تقع ما بين هاتين المقاومتين .

9/2=4.5

كيف يهبط الجهد إلى نصف قيمته عند مجزئ الجهد؟

إذا كانت لدينا مقاومتين اثنتين متساويتين في القيمة متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل و يقع بينهما مأخذ الجهد.

لنفترض مثلاً بأن قيمة المقاومة الأولى R_1 تبلغ 50Ω أوم و كذلك حال المقاومة الثانية.

و بما أن هاتين المقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي) فإن قيمتهما الكلية تبلغ:

50ohms+50ohms=100ohms

50Ω+50Ω=100Ω

مجموع قيمتي المقاومتين السابقتين يبلغ 100 أوم .

لحساب قيمة التيار (أمبير) تستخدم الصيغةAVO (آفو) –عملية قسمة- من قانون أوم

A=V/O

شدة التيار (أمبير) = الجهد(فولت)\ المقاومة(أوم)

9V فولت تقسيم 100Ω أوم =0.09A أمبير

9V/100 ohms=0.09Amps

9V÷100Ω=0.09 A

9 فولت (جهد البطارية) تقسيم Ω 100 أوم (قيمة مجموع المقاومتين) تساوي 0.09A أمبير أي 9 بالمئة من الأمبير.

0.09 A أمبير هي شدة التيار.

0.09 A=90 miliamps

90 ميلي أمبير أي 9 بالمئة من الأمبير.

حساب مقدار هبوط الجهد بعد عبوره المقاومة الأولى R_1 التي تبلغ قيمتها50 Ω أوم.

إن هبوط الجهد عند المقاومة الأولى R_1 يساوي :

يمكننا استخدام الصيغة (أوفا) OVA من قانون أوم لحساب مدار الجهد.

المقاومة (أوم)=الجهد(فولت)تقسيم شدة التيار(أمبير).

O=V/A

50 ohms=?Volts/0.09amps=4.5 Volts

50Ω=?Volts/0.09 Amps=4.5 Volts

لأن

50 ohms×0.09 Amps=4.5V

إذا كانت لدينا عملية قسمة تحتوي طرفاً مجهولاً فإن ذلك الطرف المجهول يساوي ناتج ضرب الطرفين المعلومين الآخرين ببعضهما البعض.

كما ترون فإن لدينا عملية قسمة تحوي طرفاً مجهولاً هو مقدار الجهد?Volts

50Ω=?Volts÷0.09 Amps

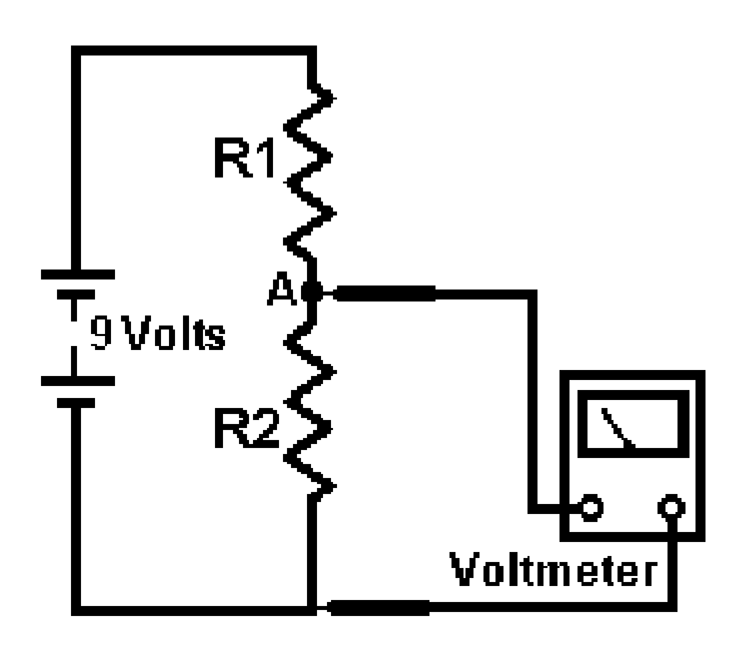
قمنا بحساب المقدار المجهول عن طريق ضرب الطرفين المعلومين ببعضهما البعض.

50 ohms×0.09 Amps=4.5V

أي أن قيمة هبوط الجهد Voltage drop عند المقاومة الأولى يساوي 4.5 V فولت و كذلك هي حال معدل هبوط الجهد عند المقاومة الثانية R_2.

بما أن القيم متماثلة فإننا سوف نحصل على النتيجة ذاتها عندما نقوم بحساب مقدار هبوط الجهد عند المقاومة الثانية أي 4.5V، و بذلك فإن مقدار الجهد الخارج من بين هاتين المقاومتين سوف يكون 4.5V فولت.

و بذلك نكون قد قمنا بحساب مقدار هبوط الجهد بين مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل (مقسم جهد) .



ماذا لو كانت المقاومتين R_1,R_2 غير متساويتين؟

إذا كانت قيمة المقاومة الأولى R_1 تساوي نصف قيمة المقاومة الثانية R_2 فإن معدل هبوط الجهد عند المقاومة الأولى R_1 يساوي نصف معدل هبوط الجهد عند المقاومة الثانية R_2.

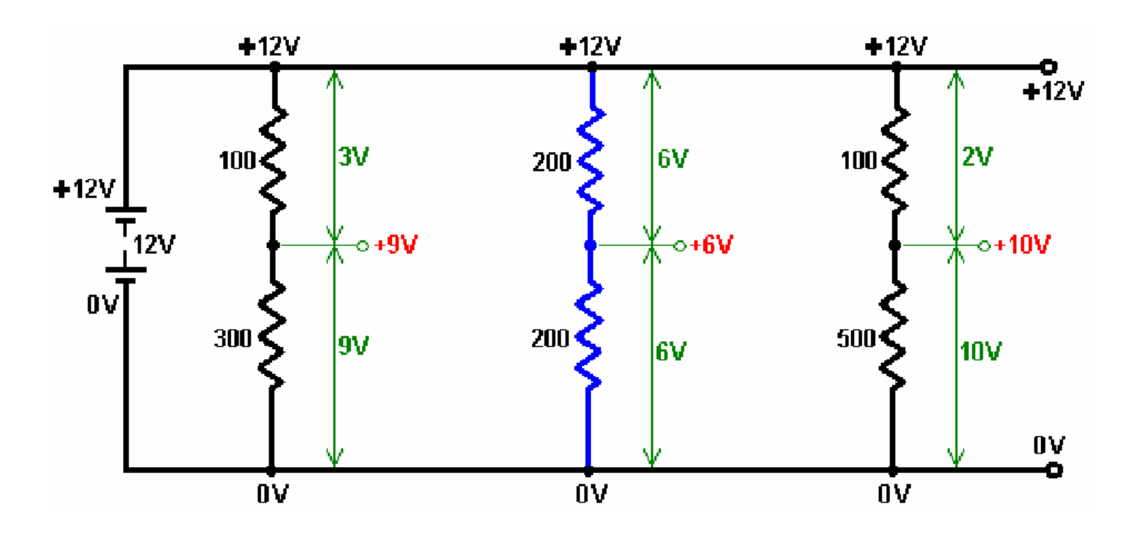
فإذا هبط الجهد بمقدار 3 فولت عند المقاومة الأولى R_1 فإن معدل هبوط الجهد عند المقاومة الثانية R_2 يجب أن يكون 6 فولت .

أي أن قيمة الجهد عند النقطة A سوف تكون 6 فولت .

6+3=9

أياً تكن قيمة مقاومة المقاومة الأولى فإن ذلك لا يهم و لكن المهم أن تبلغ قيمة مقاومتها نصف قيمة المقاومة الثانية.

أمثلة على هبوط الجهد عند مجزئات الجهد :



تستمد الدارة السابقة تغذيتها من بطارية يبلغ جهدها 12 فولت .

الحالة الأولى :

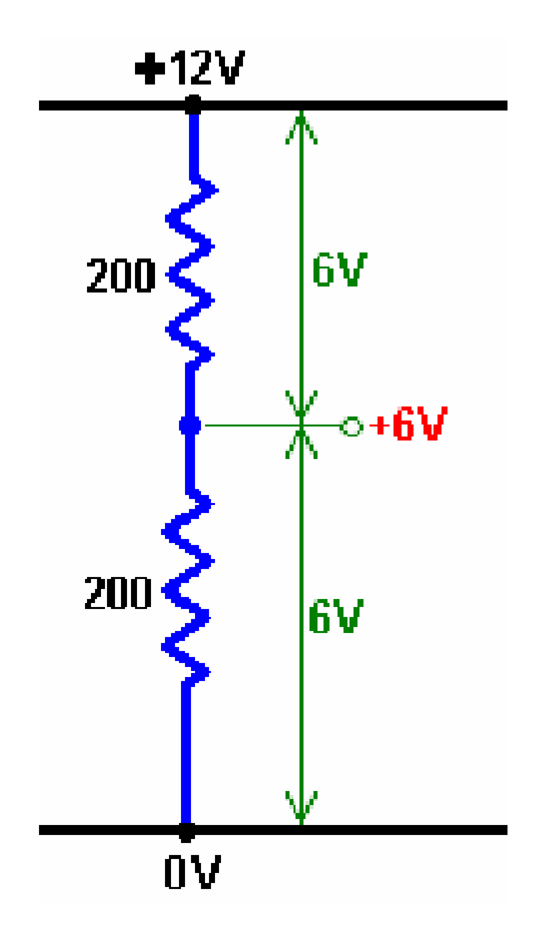
جهد التغذية 12 فولت .

لدينا مقاومتين متساويتين في القيمة تبلغ قيمة كلٍ منهما 200Ω أوم متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل و هاتين المقاومتين تشكلان مجزئ جهد حيث يخرج الجهد من بينهما بنصف قيمته .

12V/2=6 V

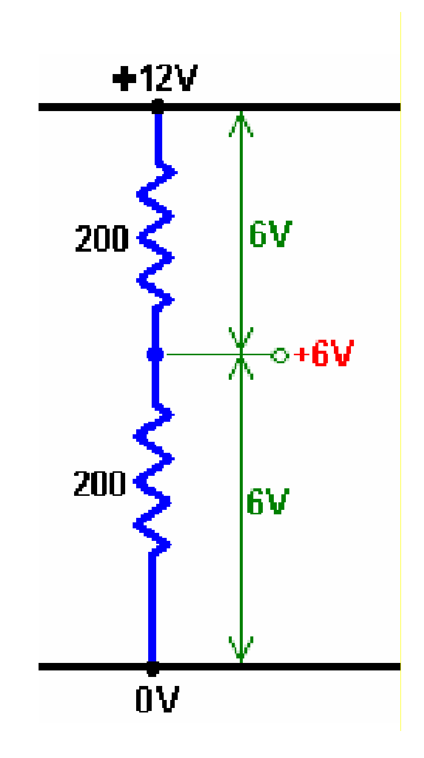
لماذا؟

لأن هاتين المقاومتين متساويتين في القيمة.



بما أن المقاومتين السابقتين متساويتين في القيمة فقد حدث هبوط في الجهد مقداره 50% عند كل منهما و بالتالي فقد حصل هبوطٌ كليٌ في الجهد بينهما مقداره 50% و لذلك فقد كان مقدار الجهد الخارج بينهما 6 فولت .

12/2=6V



طريقتي الخاصة في تحديد الجهد الخارج من مُقسم الجهد

نسبة المقاومة العلوية (المتصلة بالقطب الموجب) إلى المقاومة الكلية لكلا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي نسبة ما سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب من إجمالي جهد الدارة(جهد مصدر التغذية).

قيمة المقاومة العلوية Ω 200 أوم

قيمة المقاومة السفلية Ω 200 أوم

المقاومة الكلية لكلنا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل :

$200+200=400\Omega$

مقدار الجهد الذي سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب لنفسها (مجهول؟)

جهد الدارة (جهد مصدر التغذية) 12 V فولت.

$$\frac{\text{المقاومة العلوية}}{\text{المقاومة الكلية}} = \frac{\text{جهد المقاومة العلوية}}{\text{جهد الدارة}}$$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$$\frac{200}{400} = \frac{?}{12} = 0.5 = \frac{?}{12} =$$

200/400=0.5

0.5=?/12

0.5=?÷12

كما ترون فقد أصبحت لدينا عملية قسمة اعتيادية تحوي طرفين معلومين و طرفٌ مجهول.

لتحديد قيمة الطرف المجهول نقوم بضرب الطرفين المعلومين مع بعضهما البعض:

12×0.5=6

إذاً فإن المقاومة العلوية المتصلة بالخط الموجب سوف تقتطع 6 V *فولت من إجمالي الجهد البالغ 12 V* و سوف تقوم بتخريج *6 V* و هو الجهد الذي سوف يزيد عن حاجتها.

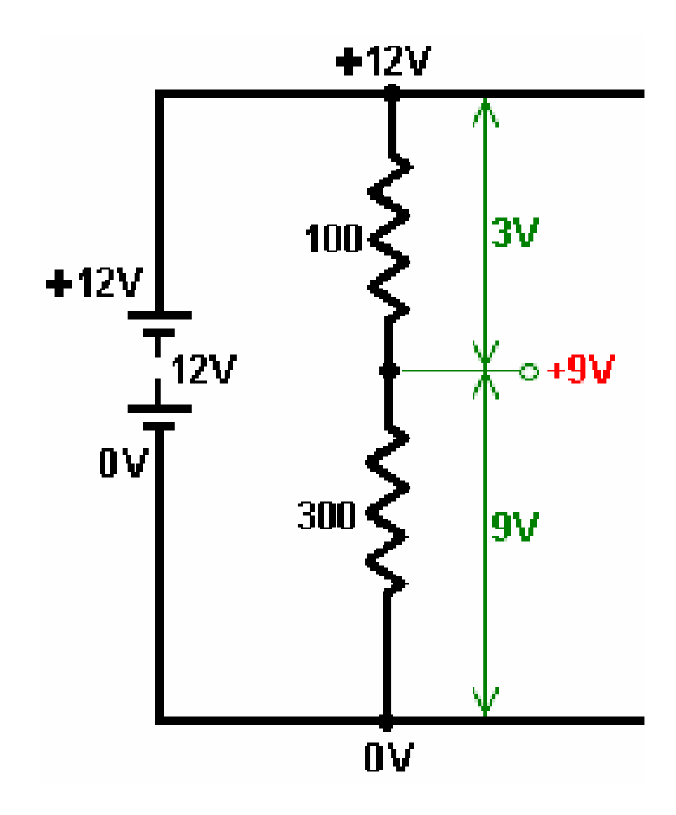
12-6=6 V

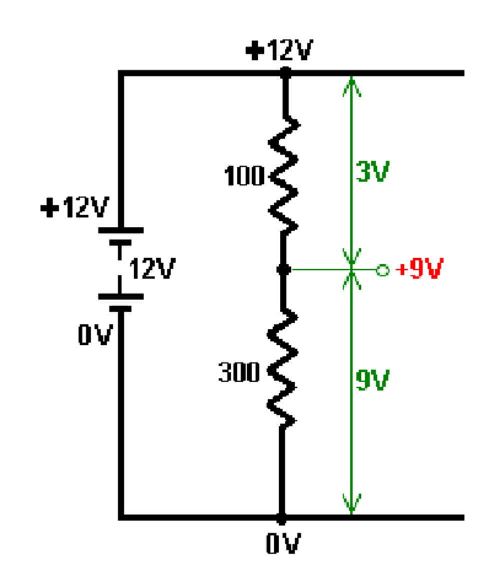
تذكر دائماً بأن المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب هي التي تحدد مقدار الجهد الخارج من مُقسم الجهد .

مقدار الجهد الذي يخرج من مُقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد لنفسها.

انتبه جيداً إلى أننا لا نعتبر الجهد الذي يصل إلى مقسم الجهد مماثلاً لجهد مصدر التغذية (البطارية مثلاً) إلا إذا كان مُقسم الجهد متصلٌ اتصالاً مباشراً بالخط الموجب و لا توجد أي عناصر متصلة على التسلسل مع مصدر الجهد قبل مُقسم الجهد لأن العناصر المتصلة على التسلسل تقوم بخفض جهد مصدر التغذية .

بالطبع فقد قمت بإطالة هذه العملية لغاياتٍ تعليمية و أنتم لن تكونوا بحاجة للقيام بكل هذه الخطوات.





نسبة المقاومة العلوية (المتصلة بالقطب الموجب) إلى المقاومة الكلية لكلا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي نسبة ما سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب من إجمالي جهد الدارة(جهد مصدر التغذية).

قيمة المقاومة العلوية Ω 100 أوم

قيمة المقاومة السفلية Ω 300 أوم

المقاومة الكلية لكلتا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل :

100+300=400Ω

مقدار الجهد الذي سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب لنفسها (مجهول؟)

جهد الدارة (جهد مصدر التغذية) 12 V فولت.

$$\frac{\text{المقاومة العلوية}}{\text{المقاومة الكلية}} = \frac{\text{جهد المقاومة العلوية}}{\text{جهد الدارة}}$$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$$\frac{100}{400} = \frac{?}{12} = 0.25 = \frac{?}{12} =$$

200/400=0.25

0.25=?/12

0.25=?÷12

كما ترون فقد أصبحت لدينا عملية قسمة اعتيادية تحوي طرفين معلومين و طرفً مجهول.

لتحديد قيمة الطرف المجهول نقوم بضرب الطرفين المعلومين مع بعضهما البعض:

12×0.25=3

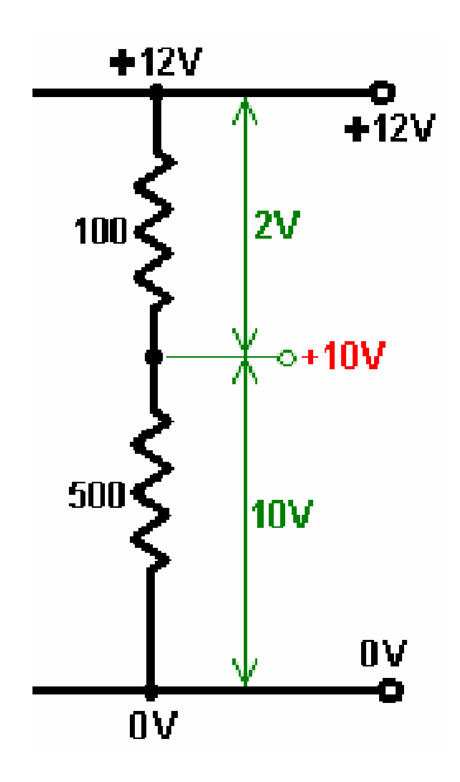
إذاً فإن المقاومة العلوية المتصلة بالخط الموجب سوف تقتطع 3 V *فولت من إجمالي الجهد البالغ 12 V* و سوف تقوم بتخريج *9 V* و هو الجهد الذي سوف يزيد عن حاجتها.

12-3=9 V

تذكر دائماً بأن المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب هي التي تحدد مقدار الجهد الخارج من مُقسم الجهد .

مقدار الجهد الذي يخرج من مُقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد لنفسها.

الحالة الثالثة :



جهد التغذية 12 فولت.

لدينا مقاومتين اثنتين قيمة المقاومة العلوية الأولى (المتصلة بالقطب الموجب مباشرة) 100Ω
أوم بينما تبلغ قيمة المقاومة الثانية السفلية المتصلة بأرضي الدارة 500 .

نسبة المقاومة العلوية (المتصلة بالقطب الموجب) إلى المقاومة الكلية لكلا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي نسبة ما سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب من إجمالي جهد الدارة(جهد مصدر التغذية).

قيمة المقاومة العلوية 100 Ω أوم

قيمة المقاومة السفلية 500 Ω أوم

المقاومة الكلية لكلنا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل :

100+500=600Ω

مقدار الجهد الذي سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب لنفسها (مجهول؟)

جهد الدارة (جهد مصدر التغذية) 12 V فولت.

$$\frac{\text{المقاومة العلوية}}{\text{المقاومة الكلية}} = \frac{\text{جهد المقاومة العلوية}}{\text{جهد الدارة}}$$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$$\frac{100}{600} = \frac{?}{12} = 0.1666666666666666666666666666667 = \frac{?}{12} =$$

100/600=0.1666666666666666666666666666667

0.1666666666666666666666666666667=?/12

0.1666666666666666666666666666667=?÷12

كما ترون فقد أصبحت لدينا عملية قسمة اعتيادية تحوي طرفين معلومين و طرفً مجهول.

لتحديد قيمة الطرف المجهول نقوم بضرب الطرفين المعلومين مع بعضهما البعض:

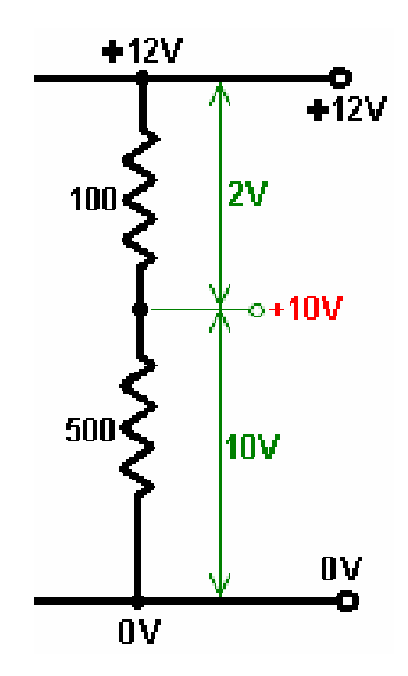
12×*0.1666666666666666666666666666667*=2

إذاً فإن المقاومة العلوية المتصلة بالخط الموجب سوف تقتطع 2 V *فولت من إجمالي الجهد البالغ 12 V* و سوف تقوم بتخريج *10 V* و هو الجهد الذي سوف يزيد عن حاجتها.

12-2=10 V

تذكر دائماً بأن المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب هي التي تحدد مقدار الجهد الخارج من مُقسم الجهد .

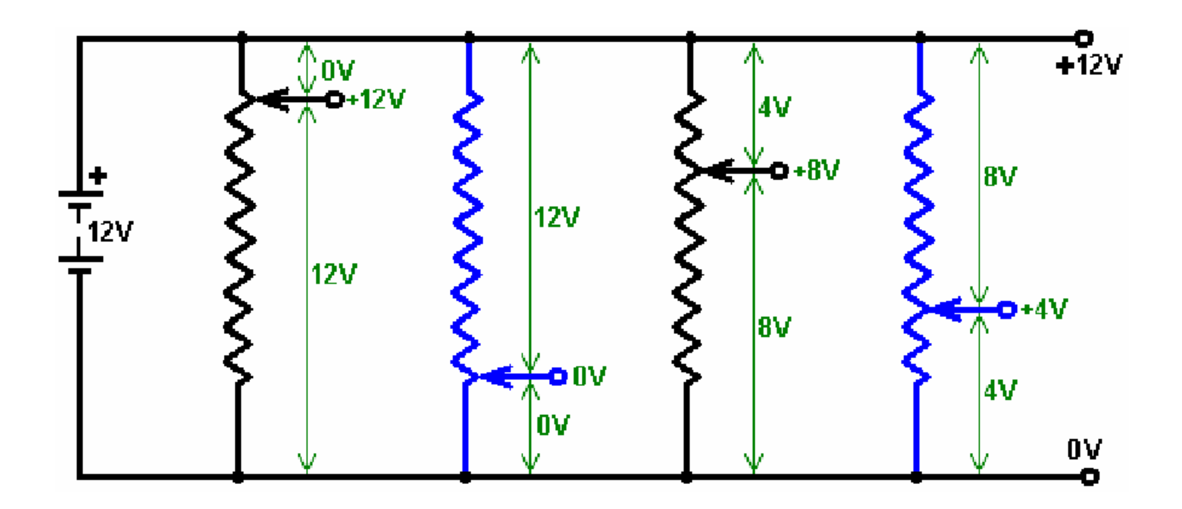
مقدار الجهد الذي يخرج من مُقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد لنفسها.



و الأمر ذاته يحدث إذا استخدمنا مقاوماتٍ مُتغيرة حيث نتعامل مع المقاومة المُتغيرة و كأنها مقاومتين اثنتين متصلتين على التسلسل يخرج من بينهما الجهد مقسماً.



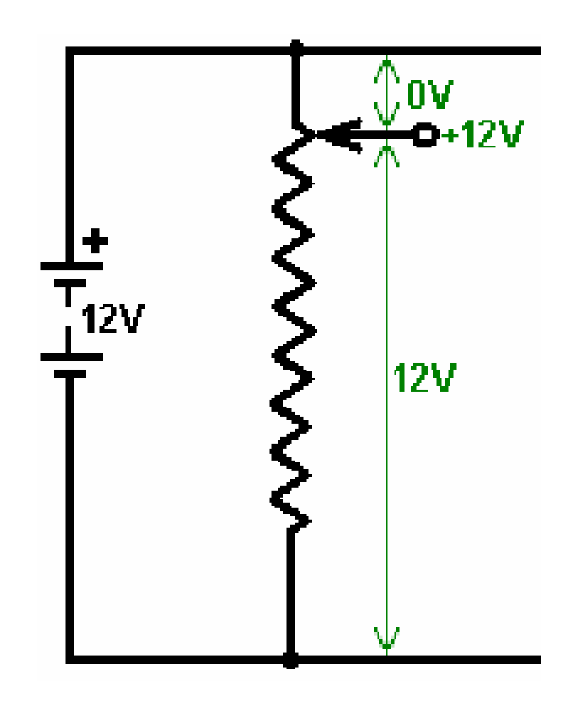
مقدار الجهد الذي يقوم مقسم الجهد بتخريجه يكون مساوياً لجهد المقاومة السفلية الثانية المتصلة مع الخط السالب(أرضي الدارة).



نتعامل مع المقاومة المُتغيرة و كأنها مقاومتين اثنتين متصلتين على التسلسل يخرج من بينهما الجهد مقسماً.



مقدار الجهد الذي يقوم مقسم الجهد بتخريجه يكون مساوياً لجهد المقاومة السفلية الثانية المتصلة مع الخط السالب(أرضي الدارة).



جهد التغذية 12 فولت.

لدينا مقاومة متغيرة و هنالك هبوطٌ في الجهد مقداره صفر فولت عند المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب بينما هنالك هبوطٌ في الجهد مقداره 12 فولت عند المقاومة السفلية .

تقوم المقاومتين باقتسام الجهد بينهما حسب قيمة مقاومة كلٍ منهما:

12+0=12

حيث تقتطع إحداهما 0 فولت من 12 فولت :

12-0=12

بينما تقتطع الثانية 12 فولت من 12 فولت :

12-12=0

يكون الجهد الخارج مساوياً لفرق الجهد بين مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى (العلوية المتصلة مع الخط الموجب) و بين مصدر التغذية.

المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب هي التي تحدد مقدار الجهد الخارج من مُقسم الجهد .

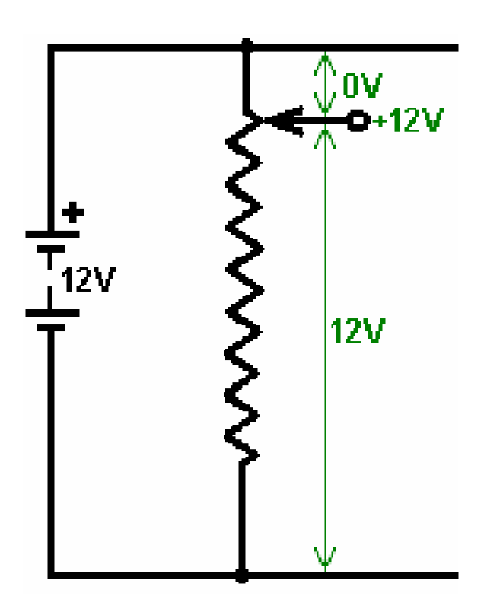
مقدار الجهد الذي يخرج من مُقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد لنفسها.

الجهد الخارج من مقسم الجهد يساوي جهد مصدر التغذية أو جهد الدارة ناقص ما تقتطعه لنفسها من الجهد المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب.

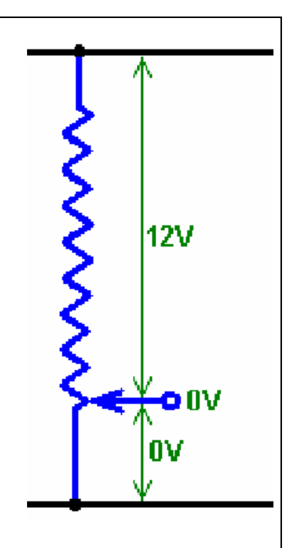
نتعامل مع المقاومة المُتغيرة و كأنها مقاومتين اثنتين متصلتين على التسلسل يخرج من بينهما الجهد مقسماً.



مقدار الجهد الذي يقوم مقسم الجهد بتخريجه يكون مساوياً لجهد المقاومة السفلية الثانية المتصلة مع الخط السالب(أرضي الدارة).



الحالة الثانية معاكسة للحالة الأولى



جهد التغذية 12 فولت.

لدينا مقاومة متغيرة نعتبرها بمثابة مقاومتين اثنتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل كمقسم جهد و هنالك هبوطٌ في الجهد مقداره 12 فولت عند المقاومة العلوية المتصلة بالخط الموجب بينما هنالك هبوطٌ في الجهد مقداره 0 فولت عند المقاومة السفلية المتصلة بأرض الدارة.

تقوم المقاومتين باقتسام الجهد بينهما حسب قيمة مقاومة كلٍ منهما:

12+0=12

الجهد الخارج بينهما هو فرق الجهد بين مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى (العلوية) و بين مصدر التغذية.

يكون الجهد الخارج مساوياً لفرق الجهد بين مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى (العلوية) و بين مصدر التغذية.

المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب هي التي تحدد مقدار الجهد الخارج من مُقسم الجهد .

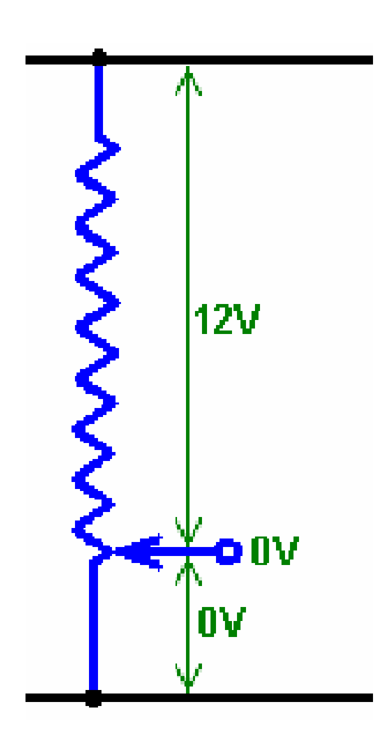
مقدار الجهد الذي يخرج من مُقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد لنفسها.

الجهد الخارج من مقسم الجهد يساوي جهد مصدر التغذية أو جهد الدارة ناقص ما تقتطعه لنفسها من الجهد المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب.

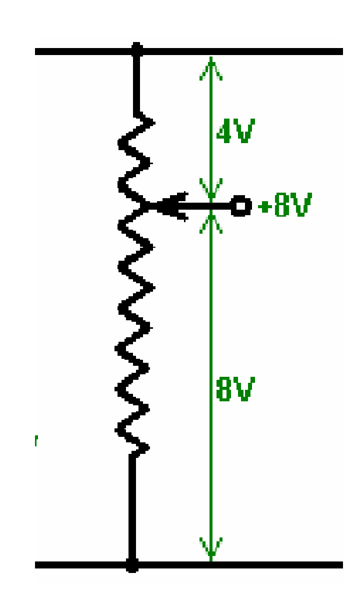
نتعامل مع المقاومة المُتغيرة و كأنها مقاومتين اثنتين متصلتين على التسلسل يخرج من بينهما الجهد مقسماً.



مقدار الجهد الذي يقوم مقسم الجهد بتخريجه يكون مساوياً لجهد المقاومة السفلية الثانية المتصلة مع الخط السالب(أرضي الدارة).



حالة جديدة



جهد التغذية 12 فولت.

لدينا مقاومة متغيرة و هنالك هبوطٌ في الجهد مقداره 4 فولت عند المقاومة العلوية الأقل قيمةً بينما هنالك هبوطٌ في الجهد مقداره 8 فولت عند المقاومة السفلية الأعلى قيمةً.

تقوم المقاومتين باقتسام الجهد بينهما حسب قيمة مقاومة كلٍ منهما:

الجهد الخارج بينهما هو فرق الجهد بين مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى (العلوية) و بين مصدر التغذية.

12-4=8V

جهد التغذية 12 فولت ناقص مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى و هو 4 فولت فيكون الجهد الخارج 8 فولت.

يكون الجهد الخارج مساوياً لفرق الجهد بين مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى (العلوية) و بين مصدر التغذية.

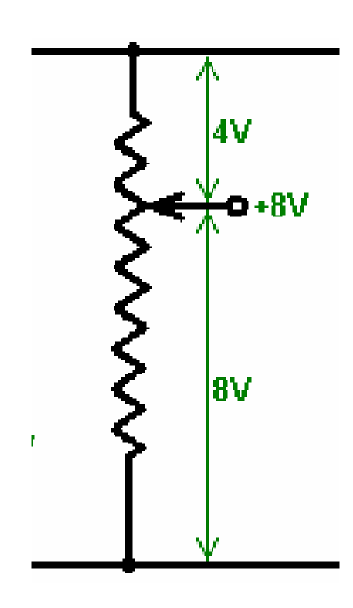
اقتطعت المقاومة العلوية 4 فولت من أصل 12 فولت و بقي 8 فولت بينما قامت المقاومة الثانية السفلية باقتطاع 8 فولت من أصل 12 فولت و بقي 4 فولت و لذلك فإن الجهد الخارج من بين هاتين المقاومتين سيكون مساوياً لفرق الجهد بين مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى (العلوية) و بين مصدر التغذية أي صفر فولت.

12-4=8

المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب هي التي تحدد مقدار الجهد الخارج من مُقسم الجهد .

مقدار الجهد الذي يخرج من مُقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد لنفسها.

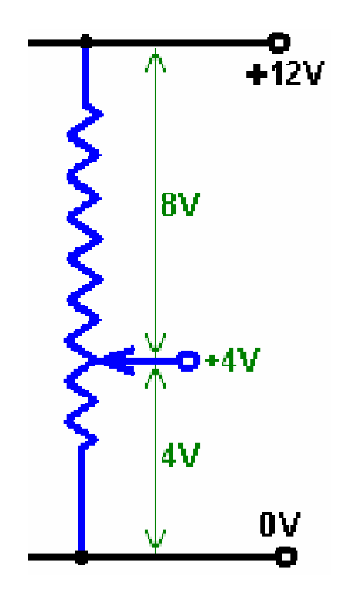
الجهد الخارج من مقسم الجهد يساوي جهد مصدر التغذية أو جهد الدارة ناقص ما تقتطعه لنفسها من الجهد المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب.





مقدار الجهد الذي يقوم مقسم الجهد بتخريجه يكون مساوياً لجهد المقاومة السفلية الثانية المتصلة مع الخط السالب(أرضي الدارة).

حالة مُعاكسة





مقدار الجهد الذي يقوم مقسم الجهد بتخريجه يكون مساوياً لجهد المقاومة السفلية الثانية المتصلة مع الخط السالب(أرضي الدارة).

يكون الجهد الخارج مساوياً لفرق الجهد بين مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى (العلوية) و بين مصدر التغذية.

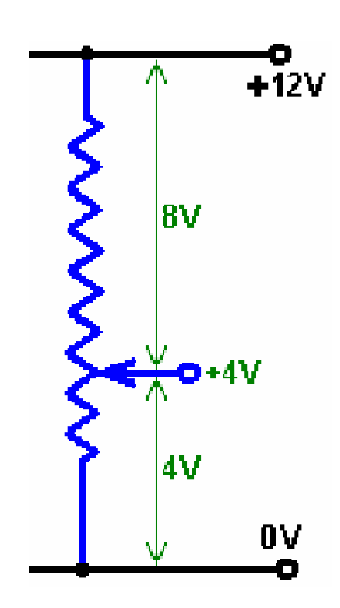
الجهد الخارج من بين هاتين المقاومتين يكون مساوياً لفرق الجهد بين مقدار هبوط الجهد في المقاومة الأولى (العلوية) و بين مصدر التغذية.

12-8=4

المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب هي التي تحدد مقدار الجهد الخارج من مُقسم الجهد .

مقدار الجهد الذي يخرج من مُقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد لنفسها.

الجهد الخارج من مقسم الجهد يساوي جهد مصدر التغذية أو جهد الدارة ناقص ما تقتطعه لنفسها من الجهد المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب.

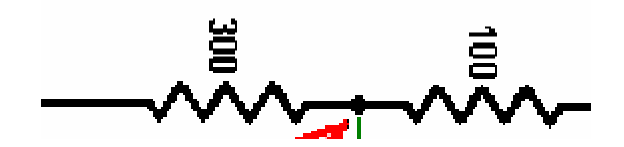




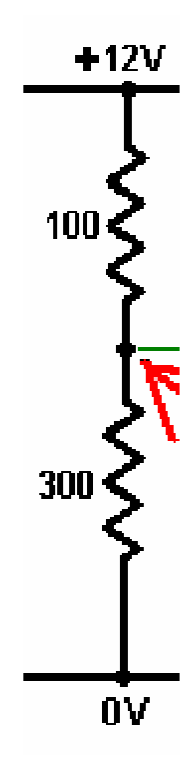
مقدار الجهد الذي يقوم مقسم الجهد بتخريجه يكون مساوياً لجهد المقاومة السفلية الثانية المتصلة مع الخط السالب(أرضي الدارة).

و لكن كيف أميز في الحياة الواقعية و في الدارات الإلكترونية ما بين المقاومة العلوية الأولى و المقاومة السفلية الثاني؟

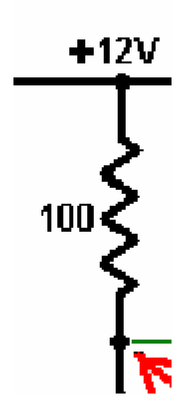
في مُجزئ الجهد لدينا مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل أي مثل حبات العقد أو مثل عربات القطار:



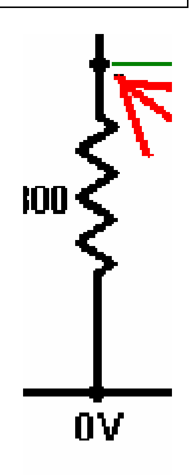
و في الوقت ذاته فإن كلتا المقاومتين تكونان متصلتين مع مصدر التغذية على التفرع أي أن إحداهما تكون متصلةً بالقطب الموجب أو بخط التغذية الموجب بينما تكون الأخرى متصلةً بخط التغذية السالب(الأرضي):



إن المقاومة التي تكون متصلةً بخط التغذية الموجب أي الخط الآتي من القطب الموجب لمصدر التغذية كالبطارية مثلاً هي المقاومة العلوية الأولى :



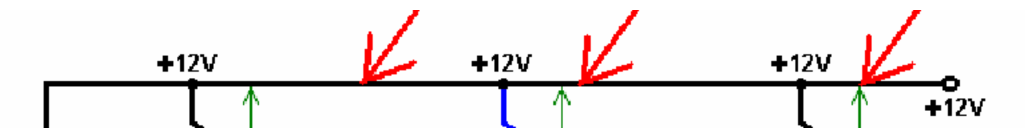
أما المقاومة التي تكون متصلةً بخط التغذية السالب أي الخط الآتي من القطب السالب لمصدر التغذية الكهربائية أو الخط الأرضي فتكون المقاومة السفلية (الثانية) :



و كما مر معنا سابقاً فإن الجزء العلوي من المخطط غالباً ما يكون خط التغذية الموجب بينما الجزء السفلي من المخطط هو خط التغذية السالب.

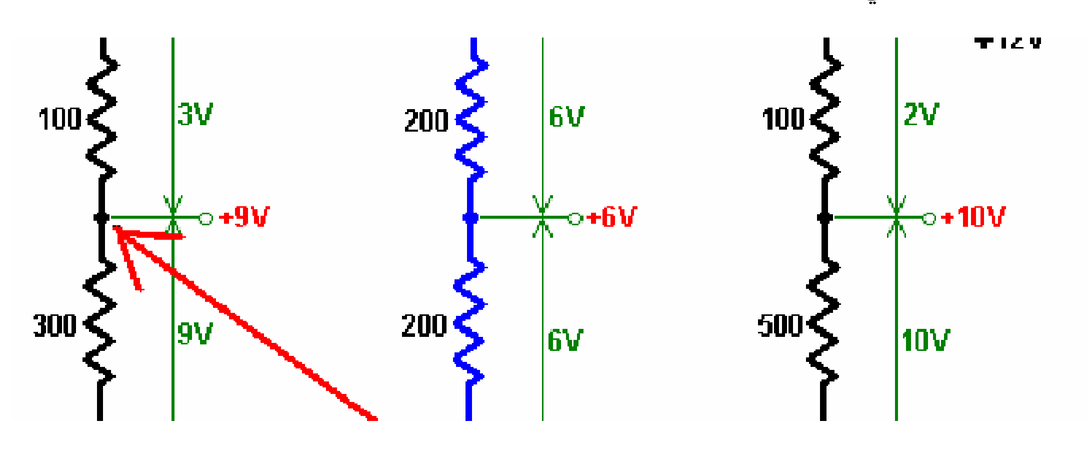
تذكر دائماً :

لا يحدث أي هبوطٍ في الجهد في خط التغذية الموجب (العلوي) الآتي من مصدر التغذية:

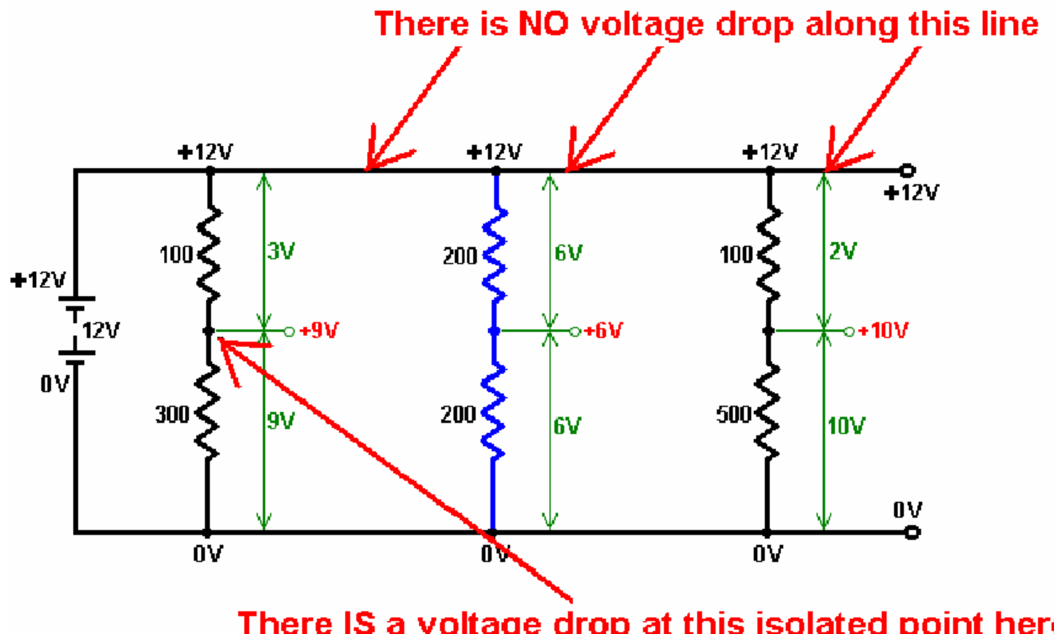


لا حظ كيف ان الجهد ثابت في جميع نقاط خط التغذية الموجب العلوي.

يحدث هبوط الجهد في النقطة الواقعة بين المقاومتين:



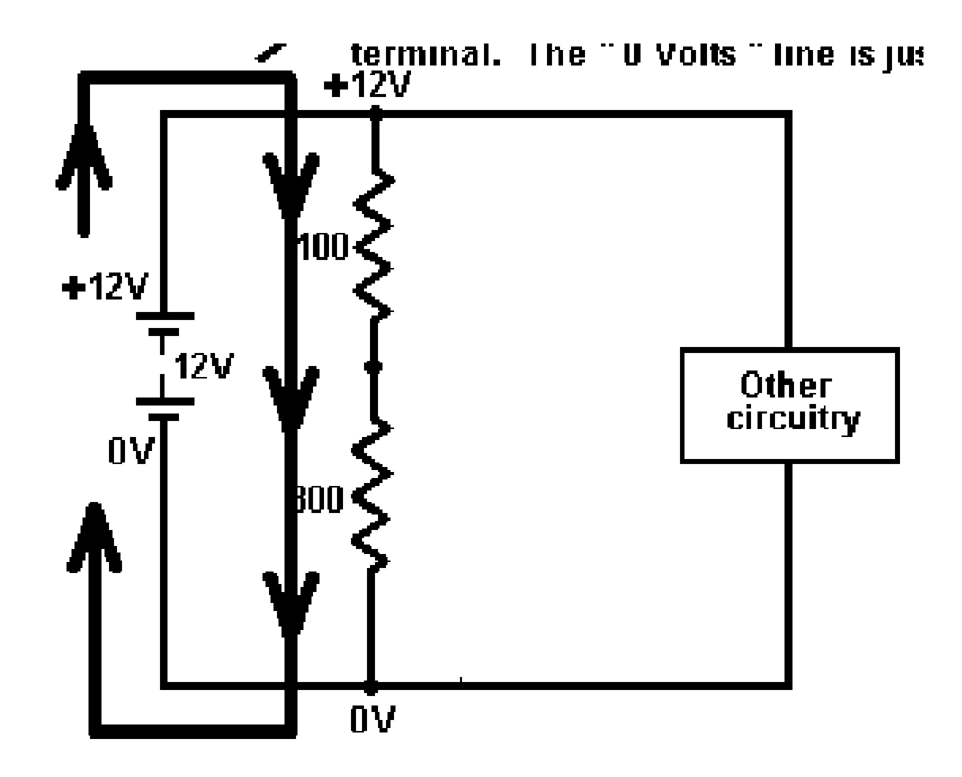
لا حظ كيف ان الجهد ثابت في جميع نقاط خط التغذية الموجب العلوي.



يحدث هبوط الجهد عند النقطة التي تتصل فيها المقاومتين المتصلتين على التسلسل ببعضهما البعض و هذه النقطة هي مخرج مقسم الجهد.

تسعى الإلكترونات للتحرك من أحد قطبي مصدر التغذية (البطارية مثلاً) إلى قُطبها الآخر و لذلك فإن الإلكترونات تتحرك ضمن الحلقة التي تصل قطبي البطارية ببعضهما البعض.

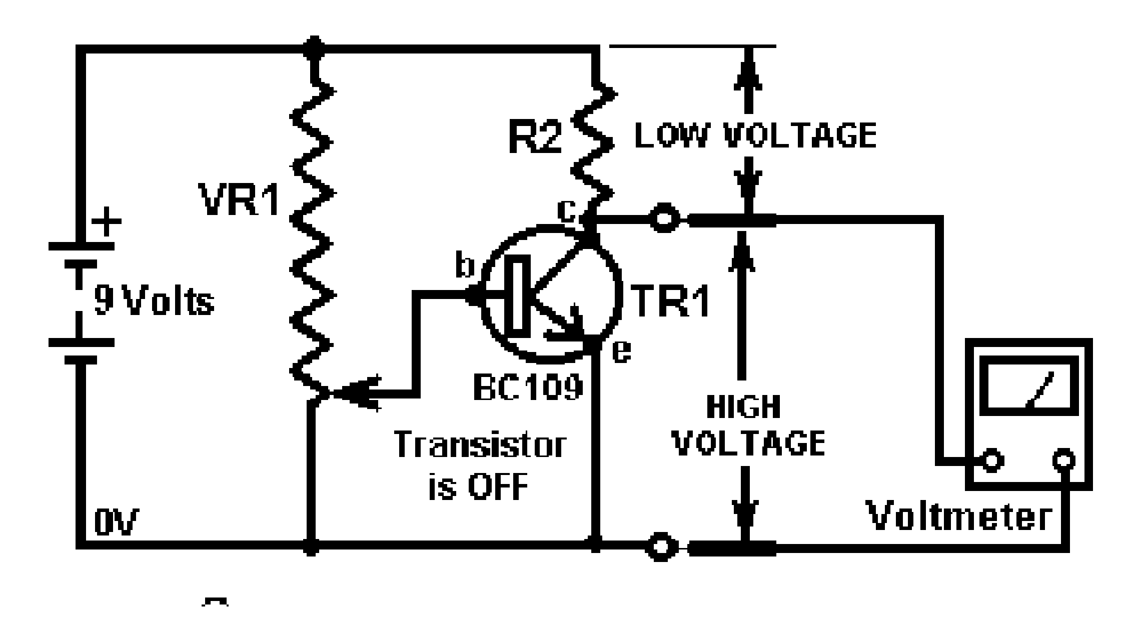
خط الصفر (الخط الذي يبلغ جهده صفر فولت) هو مسار تجميع الإلكترونات .



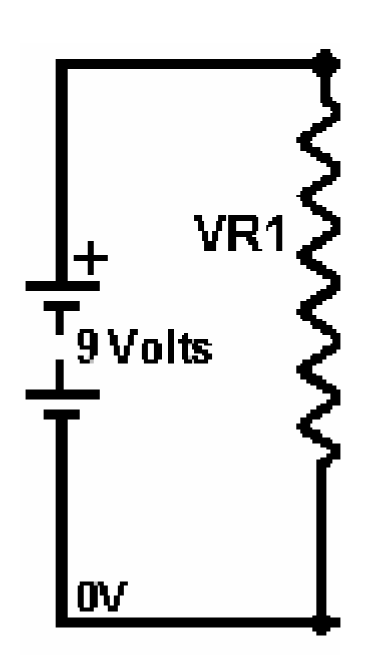
التيار الكهربائي تيارٌ كسول و لذلك فإنه دائماً يحاول إكمال الدارة و الانتقال من القطب الموجب لمصدر التغذية إلى القطب السالب عبر أقصر الطرق أي عبر الحلقة الأكثر قرباً فإن لم يتمكن من عبور تلك الحلقة فإنه يتجه إلى الحلقات الأبعد فالأبعد.

التيار الكهربائي تيارٌ كسول يبحث دائماً عن أقصر الطرق أو أقل الطرق مقاومة التي تمكنه من إكمال الدارة ما بين القطبين الموجب و السالب لمصدر التغذية.

الآن سنقوم بتطبيق ما تعلمناه سابقاً على جزءٍ شائعٍ من دارة إلكترونية :



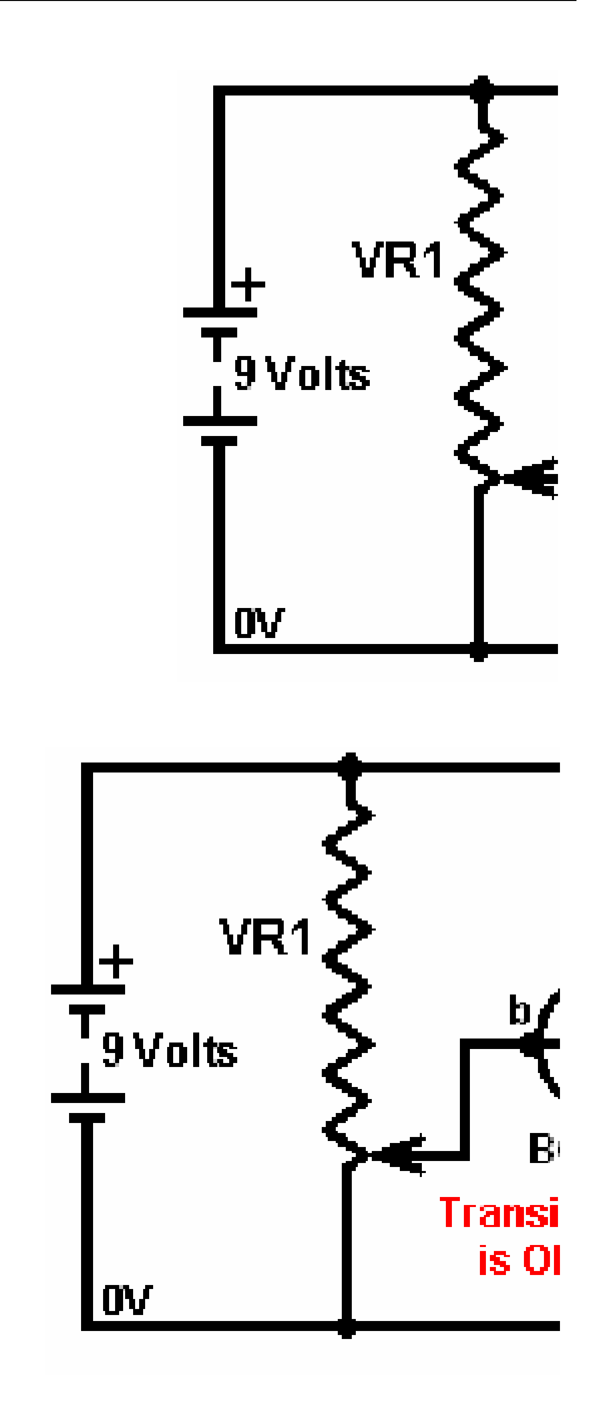
في البداية سيقوم التيار الكهربائي في الدارة السابقة بإكمال الدارة ما بين موجب و سالب مصدر التغذية (البطارية V 12 فولت عبر أقرب حلقة متوفرة):



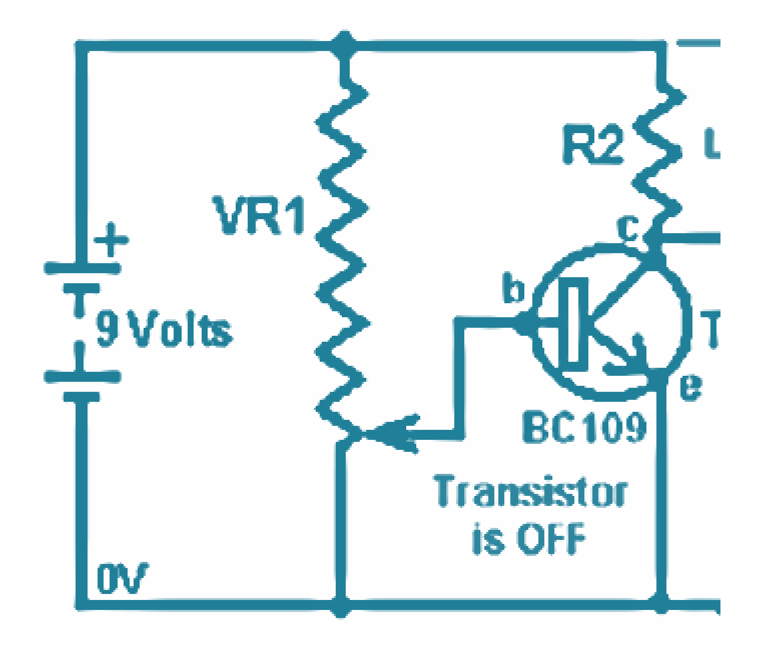
مهما كانت شارة البدء أو شارة التشغيل التي يحتاجها الترانزستور في الدارة السابقة حتى يبدأ العمل ، هل تستطيع المقاومة المُتغيرة العلوية الأولى VR_1 أن ترسل شارة بدء التشغيل إلى قاعدة الترانزستور B ؟

في الشكل السابق نجد بأن المقاومة المتغيرة العلوية الأولىVR_1 (المقاومة المتصلة مع موجب الدارة) مضبوطةُ على وضعية اقتطاع 9V ، أي وضعية اقتطاع كامل الجهد و بذلك فإن هذه المقاومة لن تمرر إلا صفر فولت إلى قاعدة الترانزستورB أي أنها لن تتمكن من تشغيل الترانزستور.

يمكن ضبط المقاومة المتغيرة VR_1 في الشكل السابق بحيث تمرر جهداً يتراوح ما بين صفر و 9 فولت.



الآن بما أن المقاومة المتغيرة VR_1 تُغلق الطريق على التيار الكهربائي ولا تُبقي منه شيئاً كما مر معنا سابقاً في بحث مقسم الجهد فإن التيار الكهربائي سيحاول إكمال الدارة عبر الحلقة التالية عبر المقاومة التالية R_2 ليعبر من مجمع الترانزستور C إلى مُبدده E هل سيتمكن التيار من إكمال الدارة بهذه الطريقة؟



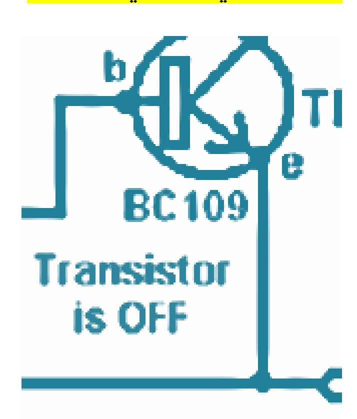
كلا إن التيار الكهربائي لن يستطيع إكمال الدارة و المرور من مُجمع الترانزستور C إلى مُبدده e بالرغم من توفر جهدٍ لأن الترانزستور و كما ذكرت سابقاً لم يتلقى شارة بدء التشغيل على قاعدته b .

لأن الترانزستور يعمل وفق الترتيب التالي:

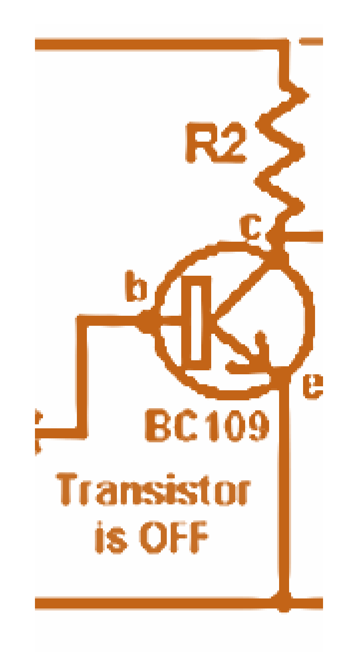
يتلقى الترانزستور شارة بدء التشغيل و التي هي عبارة عن مقدارٍ مُنخفضٍ من الجهد على قاعدته b.



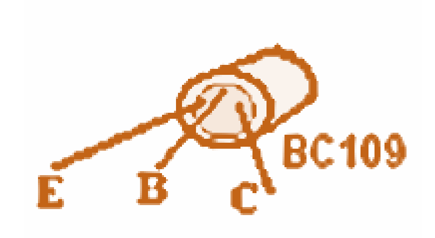
عندها يقوم الترانزستور بتمرير شارة بدء التشغيل إلى مبدده E ليقوم المُبدد بتبديد شارة بدء التشغيل في أرضي الدارة .



و عندما تكتمل دارة شارة بدء التشغيل بعد أن يقوم مُبدد الترانزستور بتمرير شارة البدء و التشغيل و تبديدها في أرضي الدارة فإن ذلك يؤدي إلى فتح قناة الترانزستور فتقوم بتمرير التيار الكهربائي من مُجمع الترانزستور C إلى مُبدده e الذي يقوم بتبديد ذلك التيار في أرضي الدارة.



و هذا الأمر يؤدي إلى إكمال دارة التيار الكهربائي الذي يتحكم الترانزستور به و هو الأمر الذي يؤدي إلى تشغيل العنصر الذي يتحكم الترانزستور بتشغيله أياً كان ذلك العُنصر و ذلك بالطبع عن طريق إكمال دارته.

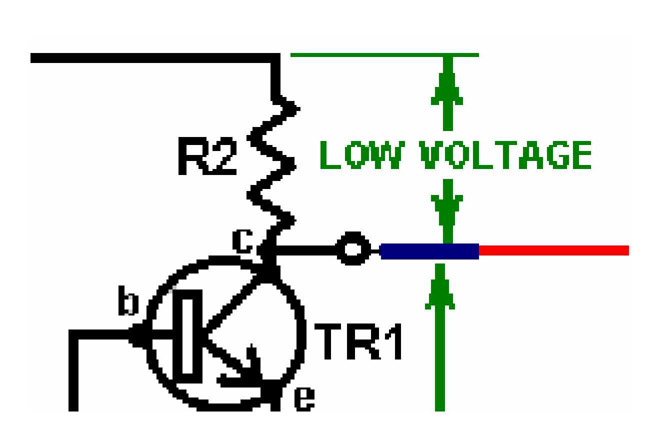


الرمز TR_1 في الدارة السابقة هو رمز الترانزستور و الترانزستور من أشباه الموصلات و له ثلاثة أطراف هي : المُجمع Collector و القاعدة Base و المُبدد Emitter .

حتى يعمل الترانستور فإنه يتطلب وصول إشارة بدء تشغيل جهدها أعلى من 0.7 على قاعدته ، و إذا كان الجهد الذي يصل إلى قاعدته أقل من 0.7 V فولت فإن الترانزستور لا يعمل و يبقى في حالة إغلاق OFF state.

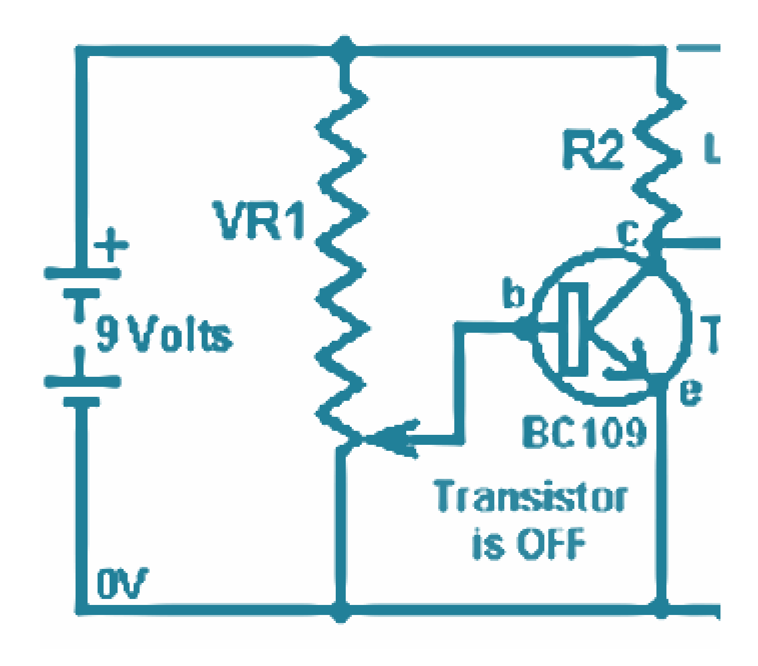
في وضعية الإغلاق تكون هنالك مقاومةٌ عاليةٌ جداً ما بين مُجمع collector و مُبدد emitter الترانزستور و لذلك فإن الترانزستور في تلك الحالة لا يسمح بمرور التيار عبره.

في وضعية الإغلاق يجب أن تكون المقاومة الداخلية ما بين مُجمع الترانزستور و مُبدده أعلى بكثير من قيمة المقاومة الثانية العلوية الثابتة R_2 :

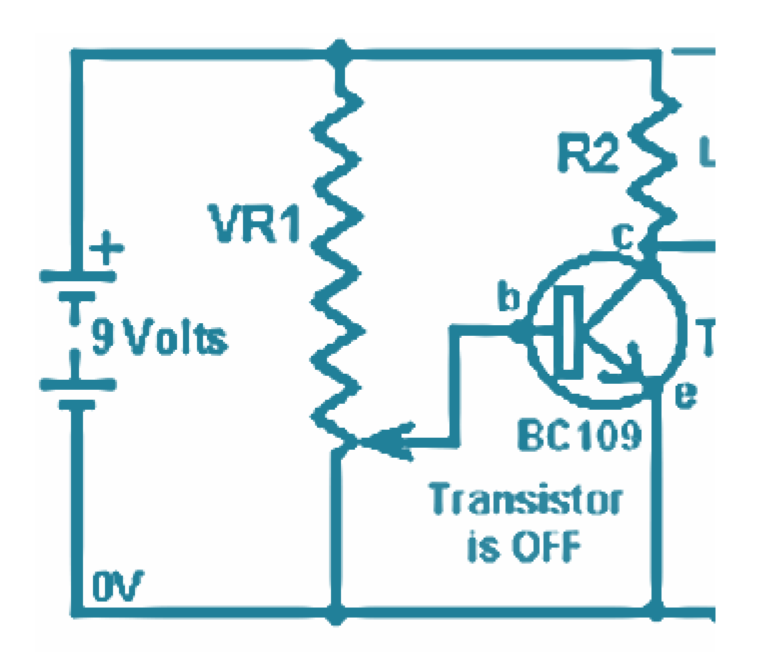


ما الذي سوف يحدث الآن ؟

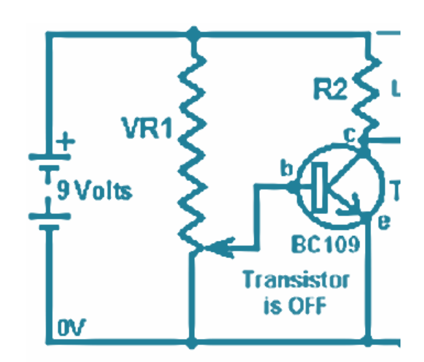
إن المقاومة المرتفعة جداً ما بين مُجمع ومُبدد الترانزستور ستجعل الترانزستور يتصرف كمقاومة ثانية سُفلية كما مر معنا سابقاً عندما قمنا بدراسة مجزئات الجهد و بما أن مقاومة الترانزستور ستكون أعلى بكثير من مقاومة المقاومة العلوية الثانية R_2 المتصلة معه فإن ذلك يعني بان تلك المقاومة لن تقتطع شيئاً يُذكر من الجهد و لذلك فإن جهداً كاملاً تقريباً يبلغ 9 فولت (هو جهد مصدر تغذية الدارة) سيصل إلى مُجمع الترانزستور c.



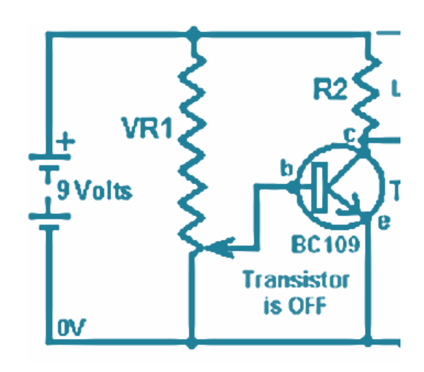
الآن إذا قُمنا بتحريك مزلاج المُقاومة المتغيرة VR_1 قليلاً بحيثُ يصل إلى قاعدة الترانزستور b جهد تشغيل أو جهد بدءٍ يبلغ 0.7 فولت فإن تيار تشغيل سيتحرك من قاعدة الترانزستور b إلى مبدده e و سيتم تشتيت شارة بدء تشغيل الترانزستور هذه في أرضي الدارة و بذلك تكتمل دارة بدء تشغيل الترانزستور و هو الأمر الذي يؤدي إلى تشغيل الترانزستور.



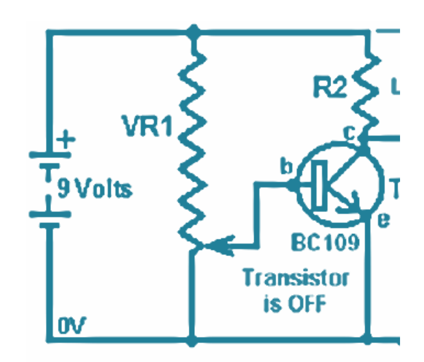
و هو الأمر الذي يؤدي إلى خفض المقاومة المرتفعة التي كانت ما بين مُجمع الترانزستور c و مُبدده e بحيث تصبح تلك المقاومة أدنى بكثيرٍ من قيمة المقاومة الثانية R_2 و هو الأمر الذي سيجعل هذه المقاومة الثانية تقوم باقتطاع مُعظّم الجهد ليصبح الجهد عند مجمع الترانزستور c مساوياً للصفر تقريباً.



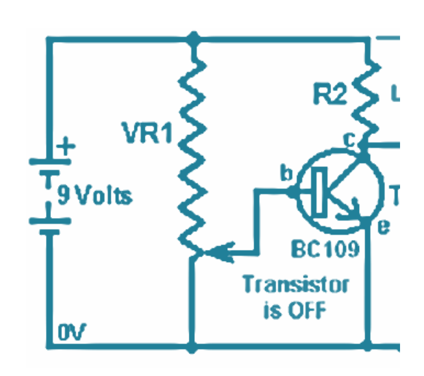
فإذا قمنا بقطع شارة بدئ التشغيل عن قاعدة الترانزستور b فإن الترانزستور سوف يدخل في وضعية إغلاق(عدم التشغيل) OFF state و سترتفع المُقاومة بين مُجمعه c و مُبدده e من جديد و هذا هو الوضع الطبيعي للترانزستور عندما يكون في حالة عدم تشغيل و أغلاق حتى يمنع مرور أي تيارٍ كهربائي.



و عندما يكون الترانزستور في وضعية إغلاق فإن مقاومته تكون أعلى بكثيرٍ من قيمة مقاومة المقاومة الثانية R_2و هو الأمر الذي سوف يؤدي إلى أن لا تقوم المقاومةً الأدنى R_2باقتطاع أي مقدار ٍ من الجهد كما مر معنا سابقاً في بحث مقسم الجهد لأنها المقاومة المتصلة مع الخط الموجب و لأنها أدنى قيمةً بكثير من الترانزستور على اعتبار أن كلاً من الترانزستور و المقاومة R_2 قد شكلا مُقسم جهد لأنهما عبارة عن مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل خرجهما مجمع الترانزستور c.



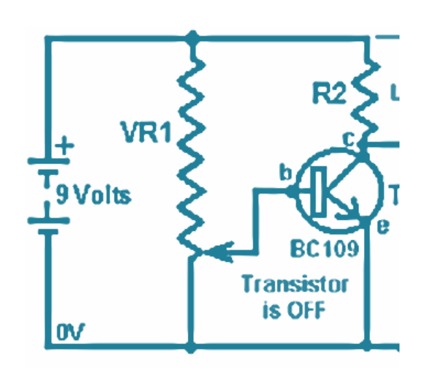
و بذلك فإن جهداً كاملاً مقداره 9 فولت سوف يصل مُجدداً إلى مُجمع الترانزستور c من المقاومة R_2 التي لم تقتطع أي مقدارٍ من الجهد لأنها المقاومة الأدنى و سيتوقف الجهد عند مجمع الترانزستور دون أن يتمكن من عبور الترانزستور إلى المُبدد أو المُشتتe الذي يقوم بتبديد الجهد في أرضي الدارة و ذلك لأن مجمع الترانزستور c مغلقٌ بوجه التيار لأن مقاومته عالية كون الترانزستور لم يتلقى شارة بدء التشغيل.



لماذا لن يتمكن التيار من عبور الترانزستور؟

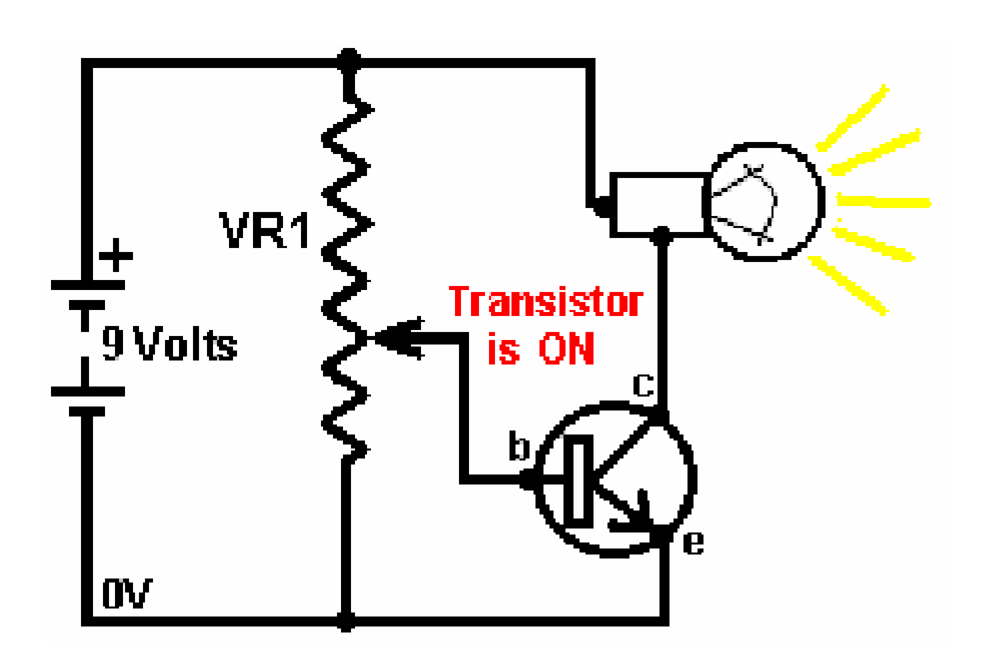
بسبب ارتفاع قيمة المقاومة ما بين مُجمع c و مُبدد e الترانزستور بسبب عدم وصول شارة بدء تشغيل إلى قاعدة b الترانزستور.

فإذا وصلت شارة بدء تشغيل إلى قاعدة الترانزستور عاد إلى العمل من جديد و تكررت الدورة السابقة .



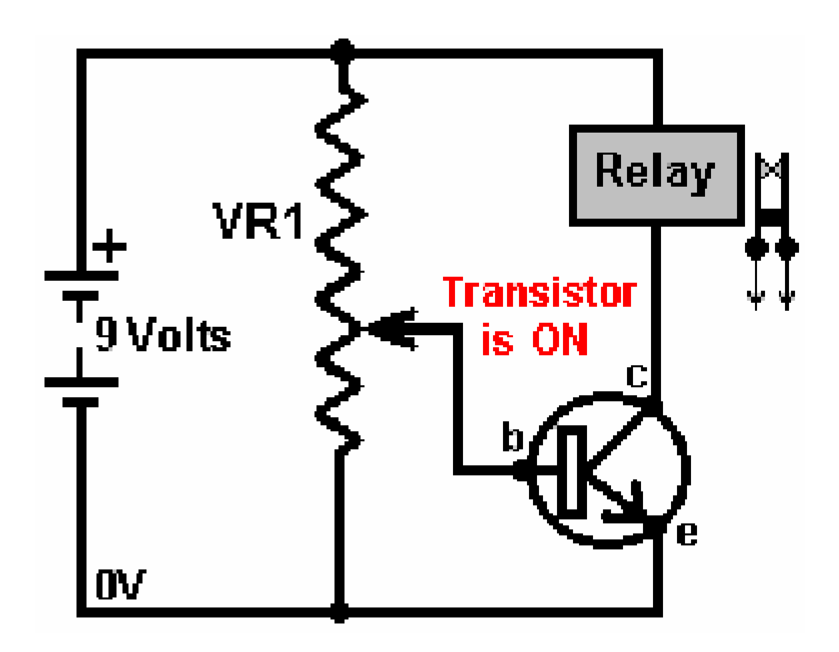
الآن ما هي فائدة الدارة السابقة؟

يُمكن الاستفادة من الدارة السابقة عندما نضع مكان المقاومة الثانية أي عنصرٍ أو مكونٍ نريد تشغيله عن طريق الترانزستور كأن نضع مصباحاً أو صفارة إنذار أو محركٍ كهربائي أو أي مكونٍ يستطيع جهد و تيار الدارة تشغيلة و عندها سوف يكون بإمكاننا بدء تشغيل ذلك العنصر أو ذلك المكون عن طريق جهد تشغيل الترانزستور .

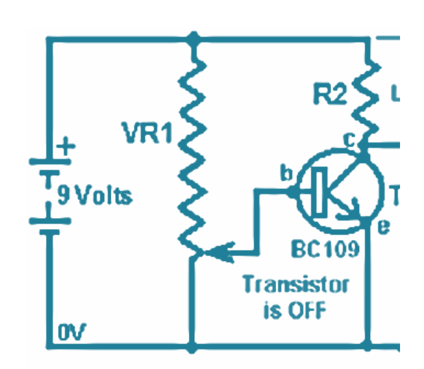


عندما يعمل الترانزستور فإنه يُكمل دارة العنصر أو المكون المتصل به و ذلك بأن يوصله بأرضي الدارة فيتحرك التيار ما بين مجمع الترانزستور c و مبدده e فيعمل ذلك العنصر و عند إغلاق الترانزستور فإنه يقطع اتصال ذلك العنصر بأرضي الدارة فيتوقف ذلك العنصر أو ذلك المكون عن العمل.

و يمكن كذلك وصل ريليه بالترانزستور لتشغيل دارةٍ ثانية:



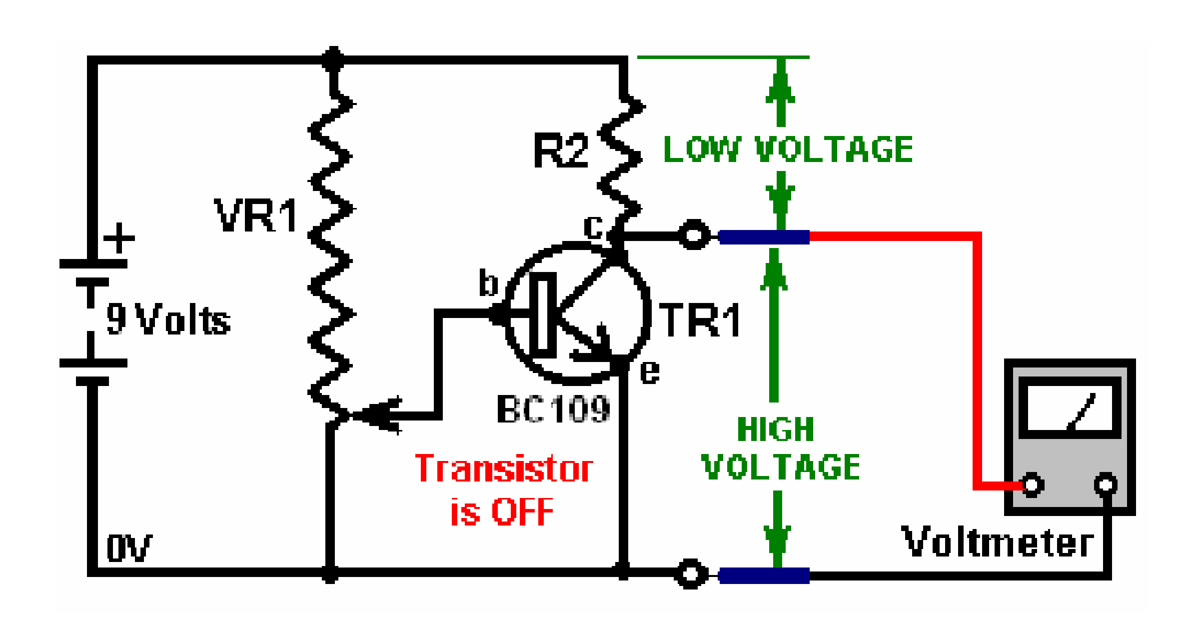
عندما يعمل الترانزستور فإنه يُكمل دارة الريليه Relay المتصلة به و ذلك بأن يوصلها بأرضي الدارة فيتحرك التيار ما بين مجمع الترانزستور c و مبدده e فتعمل الريليه و عند إغلاق الترانزستور فإنه يقطع اتصال الريليه بأرضي الدارة فيتوقف ذلك العنصر أو ذلك المكون عن العمل.

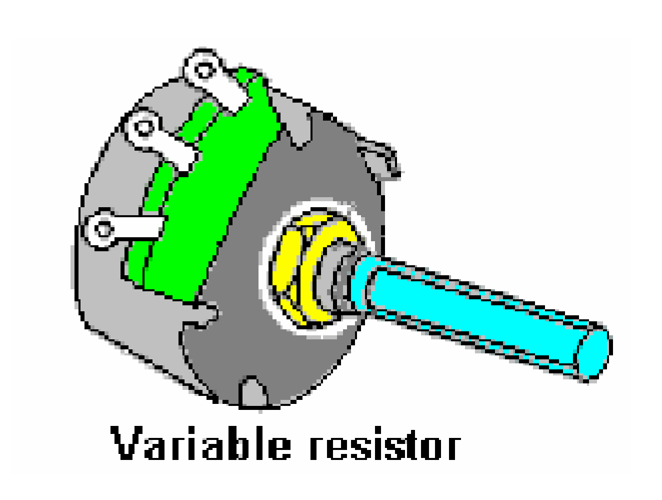


و إذا وضعنا مقاومةً ضوئية بدلاً من المقاومة المتغيرة R_1 عندها سيتم تشغيل الترانزستور عندما تزداد الإضاءة أو عندما تنخفض حسب طريقة وصل الحساس.

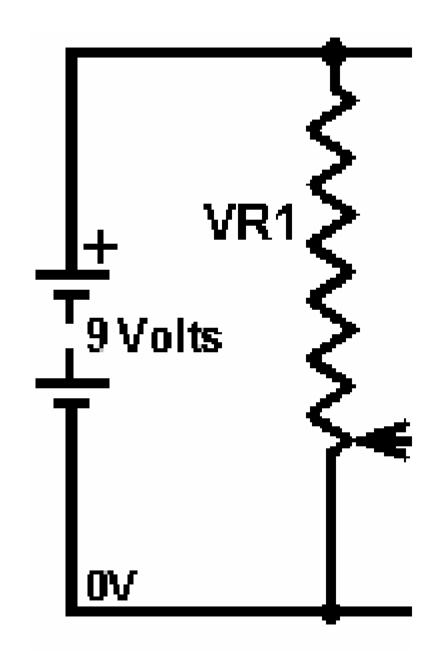
كما يُمكن بدلاً من المقاومة الأولى R_1 أن نضع مقاومةً حرارية thermistor و عندها سيتم تشغيل أو إغلاق الترانزستور عند انخفاض أو ارتفاع درجة الحرارة حسب طريقة ضبطنا للمقاومة الحرارية.

و بذلك يُمكننا التحكم آلياً بتشغيل الإضاءة مثلاً عندما تغيب الشمس أو إطفائها عندما تُشرق الشمس عن طريق استخدام ترانزستور و مقاومة ضوئية، أو يُمكننا مثلاً جعل سخان تدفئة يعمل بشكلٍ آلي عند انخفاض درجة الحرارة أو جعله يتوقف عن العمل إذا ارتفعت درجة الحرارة فوق حدٍ معين أو يُمكننا وصل حساس حرائق بدلاً من المقاومة الأولى و جعل الترانزستور يقوم بتشغيل صفارة إنذار عند اندلاع حريق و هنالك استخداماتٌ مماثلة لا نهاية لها.

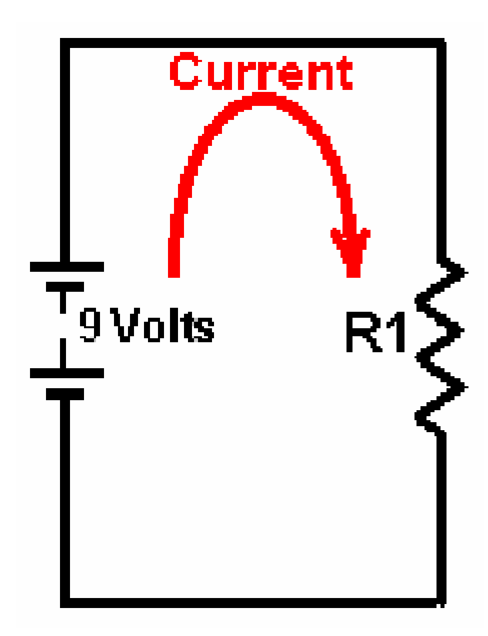



Variable resistor

المقاومة المُتغيرة:



في الدارة التي مرت معنا سابقاً فإن المقاومة VR_1 هي مُقاومةٌ مُتغيرة variable resistor و المُقاومة المُتغيرة هي مُقاومةٌ ذات مزلاج يُمكن تحريكه بين حديها و في الدارة السابقة تم وصل المُقاومة المُتغيرة إلى مصدر تيارٍ كهربائي (بطارية) يبلغ جهدها 9 فولت بحيث يكون عالي تلك المقاومة أي طرفها العلوي مُتصلٌ مع خط الجهد الموجب العلوي 9V



قانون أوم Ohm’s Law

في دارات المقاومة الصرفة resistive Circuits اي الدارات التي تحتوي فقط على مقاومات فإن قانون أوم ينص على أن المقاومة تساوي الجهد(الفولت) تقسيم التيار(مقاساً بالأمبير).

Ohms = Volts / Amps

(أوفا) عملية قسمة -OVA

و في دارتنا السابقة إذا كان الجهد 9 فولت و كانت قيمة المقاومة 100 أوم فإن بإمكاننا أن نستخدم قانون أوم لحساب قيمة التيار الذي يتدفق في الدارة :

100 Ohms = 9 Volts / Amps

100 أوم تساوي 9 فولت / أمبير.

A=B/C

يمكننا إعادة ترتيب العلاقة السابقة لتصبح على الصورة التالية:

B/A=C

A=2,B=8,C=4

2=8/4 →8/2=4

2=8÷4→8÷2=4

لتتبين إمكانية إعادة ترتيب أي علاقة أو معادلة لحلها استخدم طريقة الرموز و الأعداد البسيطة.

و بالتالي فإن التيار مقاساً بالأمبير يساوي 9 فولت تقسيم 100 تساوي 0.09 أمبير.

Amps = 9 / 100=0.09A

كل واحد أمبير يتألف من ألف ميلي أمبير milliamps.

هنالك ألف ميلي أمبير 1000 milliamps في كل واحد أمبير 1 Amp.

و بذلك يمكننا التعبير عن القيمة 9 بالألف من الأمبير 0.09A بشكلٍ أكثر بساطة و هو 90 ميلي أمبير 90milliamps أي 90mA.

في الدارة السابقة إذا كانت قيمة الجهد 9V فولت و إذا كانت قيمة المقاومة 330Ω أوم فإن بإمكاننا باستخدام قانون أوم أن نحسب قيمة التيار (مقاساً بالأمبير) الذي يتدفق في الدارة على الشكل التالي:

Ohms = Volts / Amps

(أوفا) عملية قسمة -OVA

330=9 Volta/Amps

330Ω أوم تساوي 9 فولت تقسيم قيمة التيار مُقاساً بالأمبير.

و إذا قمنا بقسمة الجهد الذي هو 9 فولت على المقاومة التي هي 330Ω أوم فإننا نحصل على قيمة المجهول الذي هو شدة التيار مقاساً بالأمبير.

Amps = 9 volts / 330 ohms

9/330=0.027Amps.

0.027 أمبير ، أي 27 بالألف من الأمبير و هي تساوي 27 ميلي أمبير 27mA.

و باستخدام قانون أوم يمكننا أن نحسب قيمة المقاومة اللازمة للحصول على تيارٍ معين.

فإذا كان الجهد 12 فولت و كان التيار اللازم مثلاً 250mA ميلي أمبير فإن:

Ohms = Volts / Amps

(أوفا) عملية قسمة -OVA

المقاومة (بالأوم) = الجهد (فولت) مقسوما على التيار(أمبير).

Ohms = 12 / 0.25

12/0.25=48 ohms.

أي أن المقاومة اللازمة تساوي 48 أوم و يُمكننا استخدام مقاومة قياسية جاهزة تبلغ قيمتها

47Ω أوم و التي تكون عليها ثلاثة أشرطة ملونة ابتداءً من الجهة اليسرى هي :

أصفر 4

بنفسجي 7

أسود في الخانة الأخيرة –خانة الأصفار (صفر صفر) أي لا شيء Ø

470Ø أو 47 و ليس ~~470~~ .

كان التيار اللازم يساوي 250mA أي 250 ميلي أمبير و لكننا عندما قمنا بتطبيق قانون أوم و إجراء العملية الحسابية قمنا بكتابة القيمة 250 ميلي أمبير على الشكل 0.25 أي 25 بالألف.

لماذا؟

لأننا دائماً في القوانين الفيزيائية نلتزم باستخدام الوحدة المذكورة في القانون و ليس أجزائها أو مُضاعفاتها و في قانون أوم السابق كانت وحدة التيار هي الأمبير و ليس الميلي أمبير و لذلك فقد قمنا بتحويل الميلي أمبير إلى أمبير و ذلك عن طريق القسمة على ألف لأن كل واحد أمبير يساوي ألف ميلي أمبير:

250/1000=0.25

ما الذي سوف يحدث لو أننا قمنا بتطبيق قانون أوم دون أن نقوم بتحويل الميلي أمبير إلى أمبير؟

لو أننا لم نقم بتحويل الميلي أمبير إلى أمبير و قمنا بكتابة الرقم 220 ميلي أمبير و قمنا بتنفيذ العمليات الحسابية فإن قانون أوم سوف يعتبر بأن الرقم 250 يُساوي 250 أمبير و ليس 250

ميلي أمبير و عندها سوف تكون النتيجة خاطئةً تماماً ، و هذا الأمر ينطبق على جميع القوانين الفيزيائية .

قبل تطبيق أي قانونٍ فيزيائي قم بتحويل وحدة القياس حتى تناسب الوحدة التي يعمل بها القانون.

الخطوة الأخيرة التي يتوجب القيام بها تتمثل في الانتباه إل أن تكون استطاعة المقاومة مناسبة حتى لا تحترق المقاومة إذ لا يكفي أن تكون قيمة المقاومة مناسبة (بالأوم Ω) و لكن يتوجب كذلك أن تكون استطاعتها wattage (بوحدة الوات) مُناسبةً كذلك للدارة حيث تُحسب الاستطاعة وفق القانون التالي:

الاستطاعة (بالوات) تساوي شدة التيار(أمبير) ضرب الجهد(بالفولت).

Watts = Amps x Volts

واف (عملية ضرب)WAV

جهد الدارة السابقة 12 V فولت أما شدة التيار فيها فتبلغ 0.25 أمبير لأن القانون مُعطى بوحدة الأمبير و ليس بوحدة الميلي أمبير و لذلك قمنا بتحويل الميلي أمبير إلى أمبير عن طريق القسمة على ألف و بالتالي فإن الاستطاعة (بالوات) تساوي شدة التيار(أمبير) ضرب الجهد(فولت).

Watts = Amps x Volts

واف (عملية ضرب)WAV

Watts = 12 x 0.25

12×0.25=3

3 Watts هي استطاعة المقاومة اللازمة حتى تستطيع احتمال جهد و شدة التيار في الدارة دون أن تحترق.

حساب الاستطاعة

الاستطاعة (بالوات) تساوي شدة التيار(أمبير) ضرب الجهد(بالفولت).

Watts = Amps x Volts

واف (عملية ضرب)WAV

Watts = 0.027×9=0.234 Watts

و كما تعلمون فإن كل واحد وات تساوي ألف ميلي وات milliwatt.

1000 milliwatts = 1 Watt

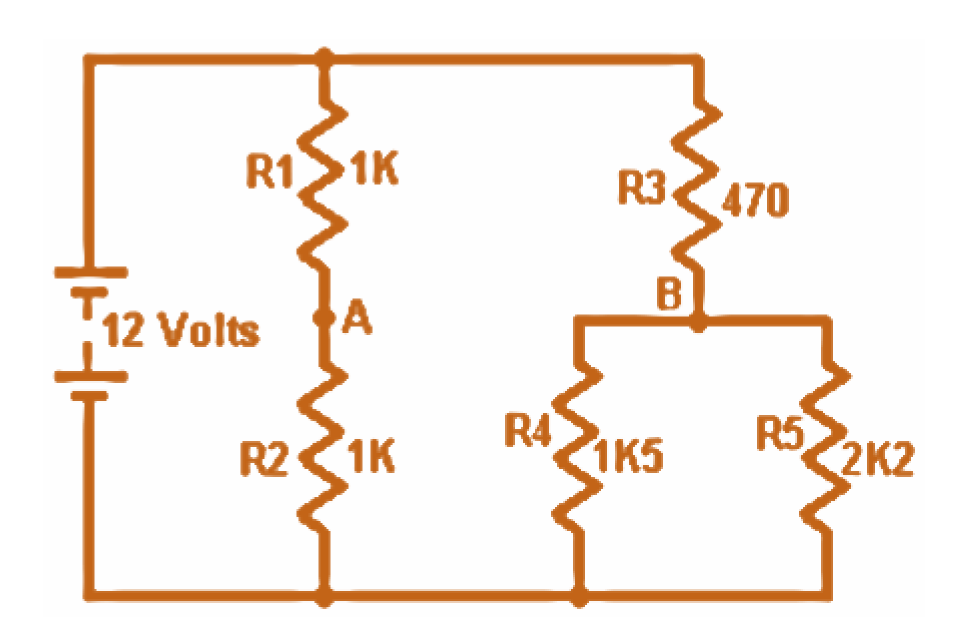
و لذلك بدلاً من كتابة الرقم العشري 0.234 يمكننا التعبير عن هذه القيمة بوحدة الميلي وات عن طريق ضرب القيمة السابقة بألف :

0.234×1000=234 mW

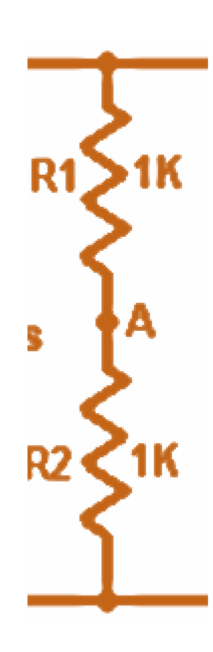
234 mW ميلي وات

حساب قيمة عدة مقاومات مُتصلة مع بعضها البعض.

المقاومات المُتصلة مع بعضها البعض على التسلسل



في المُخطط السابق فإن التيار الكهربائي الذي يتدفق إلى المقاومة الأولى R_1 لابد له من أن يمر بعد ذلك من خلال المقاومة الثانية R_2 و لذلك يُقال عن هاتين المقاومتين بأنهما متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل (التوالي) كما تتصل حبات العقد أو كما تتصل عربات القطار مع بعضها البعض.



و تبلغ قيمة كل مقاومةٍ من هاتين المقاومتين واحد كيلو أوم 1KΩ و بما أن هاتين المقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل (التوالي) فإن قيمتيهما الكلية تساوي مجموع قيمتي كلٍ منهما:

R_1+R_2

$1K+1K=2K\Omega$

أي أن قيمتيهما الكلية تبلغ 2 كيلو أوم .

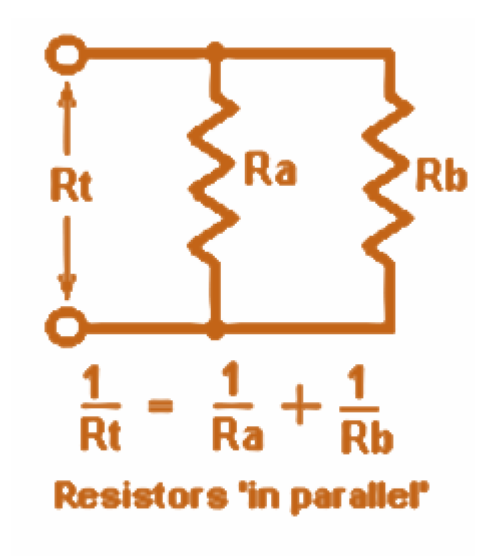
و بالطبع فإن كل واحد كيلو أوم يساوي ألف أوم و لذلك فإن قيمة هاتين المقاومتين بالأوم تساوي:

$1000\Omega+1000\Omega=2000\Omega$

1000 ohms+1000 ohms=2000 ohms

أياً يكن عدد المقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التسلسل(التوالي) فإن قيمتها الكلية تساوي مجموع قيمة تلك المقاومات و هذا يعني بأنه كلما ازداد عدد المقاومات المُتصلة مع بعضها البعض على التسلسل فإن قيمتها الكلية تزداد.

القيمة الكلية للمقاومات المتصلة مع بعضها على التوازي



إذا تم وصل مقاومتين اثنتين أو أكثر على التوازي مع بعضهم البعض كما هي حال المقاومتين

Ra,Rb, أي إذا تم وصل أحد قطبي المقاومة إلى الخط الموجب و تم وصل قطبها الثاني إلى الخط السلبي(أرضي الدارة) فإنه يقال بأن هذه المقاومات مُتصلةٌ مع بعضها البعض على التوازي .

و عندها فإن القيمة الكلية لهذه المقاومات المُتصلة مع بعضها البعض على التوازي تساوي مجموع معكوس أو مقلوب تلك المقاومات مع بعضها البعض:

القيمة الكلية في المخطط السابق Rt تساوي :

$$\frac{1}{Rt}=\frac{1}{Ra}+\frac{1}{Rb}$$

أياً يكن عدد تلك المقاومات.

و هذا يعني بان القيمة الكلية للمقاومات المتصلة مع بعضها البعض على التوازي تكون أقل من القيمة الكلية لتلك المقاومات ذاتها في حال ما إذا تم وصلها مع بعضها البعض على التسلسل(التوالي).

فإذا كان لدي أربع مقاوماتٍ قيمة كلٍ منها 100 Ω أوم و كانت تلك المقاومات مُتصلةً مع بعضها البعض على التسلسل فإن قيمتها الكلية تساوي:

100+100+100+100=400

400 Ω أوم .

كيف نحسب المقاومة الكلية لمجموعة مقاوماتٍ مُتصلةٍ مع بعضها البعض على التوازي؟

أنا بصراحة كُنت في كُتبي السابقة أضع طريقة حساب القيمة الكلية لمجموعة مقاوماتٍ مختلفة القيمة متصلة مع بعضها على التوازي دون قناعةٍ مني بتلك الطريقة لأن جميع محاولاتي لتطبيقها كانت تبوء بالفشل ، و لكنني توصلت في النهاية إلى طريقة حساب القيمة الكلية لعدة مقاوماتٍ متصلةٍ مع بعضها البعض على التوازي أو عدة مكثفاتٍ (مُتسعات) مُتصلةٍ مع بعضها البعض على التسلسل (التوالي) و لكن هذه الطريقة لا تصلح أحياناً للكتابة على ورقة الامتحان لأنها تتضمن القيام بإجراءاتٍ تعتبر غير مقبولة رياضياً مثل وضع رقمٍ عشري في بسط أو مقام الكسر أحياناً و لكن المهم أن هذه الطريقة فعالةٌ جداً.

بدايةً نبدأ بحساب القيمة المكافئة الكلية لمقاومتين متماثلتي القيمة متصلتين مع بعضهما البعض على التوازي :

ما هي القيمة الكلية (المقاومة المكافئة) لمقاومتين متماثلتي القيمة متصلتين مع بعضهما البعض على التوازي تبلغ قيمة كلٍ منهما 1500Ω أوم أو أكثر؟

القيمة الكلية لمقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي تساوي:

$$\frac{\text{المقاومة الأولى}}{1}+\frac{\text{المقاومة الثانية}}{1}+\frac{\text{المقاومة الثالثة}}{1}+\ldots$$

$$\frac{\text{المقاومة الأولى}}{1}+\frac{\text{المقاومة الثانية}}{1}$$ و هي تُساوي

$$\frac{1}{\text{المقاومة الأولى}}+\frac{1}{\text{المقاومة الثانية}}$$ نعوض بالقيم المتوفرة لدينا :

$$\frac{1+1}{1500}=\frac{1}{1500}+\frac{1}{1500}$$

$$=\frac{2}{1500}=\frac{1+1}{1500}$$

بما أن الكسر ليس في النهاية إلا ملية قسمة معلقة فإننا ننفذ عملية القسمة المعلقة تلك :

$$\frac{1500}{2}=750\Omega$$

$1500/2=750\Omega$

$1500\div2=750$

750 أوم .

أننا نجمع عالي الكسر الأول مع عالي الكسر الثاني أي أننا نجمع البسط مع البسط ولا نجمع سافل الكسر الأول مع سافل الكسر الثاني(المقام).

مثالٌ ثاني:

ما هي القيمة الكلية لمقاومتين مُتصلتين على التوازي تبلغ قيمة كلٍ منهما *2200Ω* ؟

القيمة الكلية لمقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي تساوي:

$$\frac{\text{المقاومة الأولى}}{1}+\frac{\text{المقاومة الثانية}}{1}$$ و هي تُساوي

$\frac{1}{\text{المقاومة الأولى}}+\frac{1}{\text{المقاومة الثانية}}$ نعوض بالقيم المتوفرة لدينا :

$$\frac{1}{2200}+\frac{1}{2200}=\frac{1+1}{2200}$$

لا نقوم بجمع المقامات أي أدنى الكسر الأول مع أدنى الكسر الثاني مع بعضهما البعض و نكتفي فقط بجمع البسطين أي عالي الكسرين مع بعضهما البعض.

$$\frac{1+1}{2200}=\frac{2}{2200}=$$

الكسر هو عملية قسمة معلقة نقوم بتنفيذها :

$\frac{2200}{2}=1100\Omega$

$2200/2=1100\Omega$

$2200\div2=1100\Omega$

1100 أوم .

إن لم نقلب الكسر و قمنا بقسمة عددٍ صغير على رقمٍ كبير فإننا نحصل على رقمٍ عشري ضئيل للغاية و هو يمثل قيمة غير صحيحة.

ماهي القيمة الكلية لمقاومتين متماثلتين متصلتين على التسلسل تبلغ قيمة كل منهما $400\ \Omega$ أوم؟

$$\frac{1}{\text{المقاومة الكلية}}=\frac{1}{R1}+\frac{1}{R2}$$

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة لدينا:

$$\frac{1}{\text{القيمة الكلية}}=\frac{1}{400}+\frac{1}{400}$$

ننفذ عملية الجمع المعلقة و بالطبع يُمكننا جمع البسطين مع بعضهما البعض (عالي الكسر) و لكن لا يحق لنا أن نجمع المقامين (أدنى الكسر) مع بعضهما البعض :

$$\frac{1}{\text{القيمة الكلية}}\ \frac{1}{400}+\frac{1}{400}=\frac{2}{400}$$

أصبح لدينا الكسر $\frac{2}{400}$ و الكسر كما تعلمون هو عبارةٌ عن عملية قسمة معلقة .

ننفذ عملية القسمة المعلقة :

$2 / 400 = 0.005\Omega$

$2 \div 400 = 0.005\Omega$

خمسة بالألف من الأوم هذه النتيجة خاطئة لأنها ضئيلة بصورة غير منطقية و لذلك فإننا نقلب الكسر فيصبح لدينا الكسر التالي:

$$\frac{400}{2} = 200\Omega$$

200Ω أوم هي القيمة الكلية لمقاومتين متماثلتين متصلتين على التوازي تبلغ قيمة كلٍ منهما 400Ω

النتيجة صحيحة و منطقية لأنها تمثل نصف قيمة واحدة هاتين المقاومتين

$400/2 = 200\Omega$

200Ω أوم

و لكن ماذا لو طُلب منا أن نحسب القيمة الكُلية لمقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي غير أن قيمتيهما مختلفتين ؟

مثال:

ما هي القيمة الكلية (المقاومة المكافئة) لمقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التوازي تبلغ قيمة أولاهما $1500\ \Omega$ أوم بينما تبلغ قيمة الثانية $2200\ \Omega$ أوم ؟

القيمة الكلية لمقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي أو أكثر تساوي:

$\frac{\text{المقاومة الأولى}}{1} + \frac{\text{المقاومة الثانية}}{1}$ و هي تُساوي :

$\frac{1500}{1} + \frac{2200}{1} = \frac{3700}{1} = 3700\ \Omega$

طبعاً في جمع الكسور لا يحق لنا أن نجمع المقامات (أدنى الكسور) مع بعضها البعض.

$1500 + 2200 = 3700\Omega$

3700/1=3700Ω

3700÷1=3700Ω

النتيجة التي توصلنا إليها هي Ω 3700 أوم ، فهل هذه النتيجة نتيجةٌ صحيحة ؟

النتيجة السابقة نتيجةٌ خاطئة لأنها تُساوي مجموع قيمتي هاتين المقاومتين مع بعضهما البعض و هذه القيمة أي مجموع قيمتي مقاومتين تمثل القيمة الكلية لمقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل و ليس على التوازي.



تذكروا دوماً هذا الأمر –إذا كانت نتيجة حساب القيمة الكلية لمقاومتين أو أكثر مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي تُساوي القيمة الكلية لهاتين المقاومتين أو تلك المقاومات إذا كانت مُتصلةً مع بعضها البعض على التسلسل(التوالي) فذلك يعني بأن النتيجة خاطئة و لذلك فإننا نُجري عملية قلبٍ للكسر فنكتب:

$$\frac{1}{2200}+\frac{1}{1500}=\frac{2200}{1}+\frac{1500}{1}$$

هل يُمكننا إجراء عملية الجمع هذه؟

$$\frac{1}{2200}+\frac{1}{1500}$$

بالطبع لا يُمكننا ذلك لأن المقامين مختلفين و لذلك يتوجب علينا أولاً توحيد المقامين؟

كيف نقوم بتوحيد المقامين؟

نبحث عن مضاعفٍ مشترك أو قاسمٍ مُشترك للمقامين 1500 و 2200 بحيث أننا إذا ضربناه بأحدهما أصبح مساوياً للآخر، و بما أن هذين الرقمين كبيرين فإننا نبحث عن قاسمٍ مُشتركٍ لهما و ذلك عن طريق قسمة الرقم الأكبر 2200 على الرقم الأصغر 1500 فنكتب :

2200/1500=1.466666666666667

أي تقريباً 1.47

الآن نضرب هذا القاسم المشترك 1.466666666666667 بالمقام الأصغر 1500 حتى يُصبحُ مماثلاً للمقام الأكبر :

$1.46666666666667 \times 1500 = 2200$

و حتى نحافظ على تناسب الكسر لابد من أن نضرب القاسم المشترك 1.46666666666667 بالبسط كذلك أي بأعلى الكسر :

$1.46666666666667 \times 1 = 1.46666666666667$

الآن أصبح بإمكاننا إتمام عملية جمع الكسرين مع بعضهما البعض لتصبح لدينا عملية الجمع التالية:

$$\frac{1.46666666666667}{2200} + \frac{1}{2200} =$$

$$\frac{1.46666666666667 + 1}{2200} =$$

$$\frac{2.46666666666667}{2200}$$

طبعاً فإن وضع رقمٍ عشري ضمن كسر يُعتبر خطأً رياضياً كبيراً و لكننا مضطرين لفعل ذلك لأن القاسم المشترك كان رقماً عشرياً و ذلك حتى نحصل على إجابة صحيحة. .

بأي حالٍ من الأحوال لا تضع رقماً عُشرياً ضمن كسر كما فعلت أنا هنا لأن ما يُهمني هنا هو التوصل لنتيجة صحيحة و ليس رضا مُصحح ورقة امتحانية.

$$\frac{2.46666666666667}{2200} =$$

$$2.46666666666667/2200 =$$

بالطبع فإننا لو أجرينا عملية القسمة المُعلقة الآن فإننا سوف نحصل على رقم عشري ضئيلٍ للغاية و غير منطقي أبداً (أقل من العدد واحد) و لذلك فإننا نقلب الكسر السابق و نُجري عملية القسمة المُعلقة فيصبح لدينا الكسر التالي الذي هو بالطبع عملية قسمةٍ معلقة:

$$\frac{2200}{2.46666666666667} =$$

$$2200/2.46666666666667 =$$

891.8918918918Ω

أي تقريباً $892\ \Omega$ أوم .

أي أن 892 هي القيمة الكلية (المقاومة المكافئة) لمقاومتين قيمة إحداهما 2200Ω أوم و قيمة الثانية 1500Ω مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي و هي نتيجةً صحيحة.

بالطبع أنا قمتُ بكل تلك العملية الطويلة حتى أمكن الجميع من فهم الطريقة .



أثناء قيامكم بحساب القيمة الكلية لعدة مقاوماتٍ مُتصلةٍ مع بعضها البعض على التوازي فإن هنالك نتيجتين خاطئتين يتوجب عليكم استبعادهما :

النتيجة الأولى الخاطئة تكون مُرتفعةً جداً و تُساوي مجموع قيم هذه المقاومات مع بعضها البعض أي أنها تُساوي النتيجة التي نحصل عليها عندما نحسب القيمة الكلية لمجموعة مقاوماتٍ مُتصلة مع بعضها البعض على التسلسل كما في الحالة:

2200+1500=3700Ω

النتيجة الخاطئة الثانية تكون مُنخفضةً جداً بل إنها قد تكون عبارةً عن رقمٍ عُشري (أقل من العدد واحد).

دائماً نتخلص من هاتين النتيجتين الخاطئتين بإجراء عملية قلبٍ للكسور كما مر معنا سابقاً.

إذاً فإن السر في عملية حساب القيمة الكلية (المقاومة المكافئة) لعدة مُقاوماتٍ مُتصلةٍ مع بعضها البعض على التوازي هو القيام بإجراء عملية قلبٍ للكسور في كل مرةٍ نحصل فيها على نتيجةٍ خاطئة ، أي نتيجة مرتفعة جداً أو نتيجة مُنخفضة جداً (رقم عُشري).

سوف اطلعكم على سرٍ خفيٍ آخر يُمكنكم من التأكد من صحة حساباتكم فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا كما في المثل السابق مُقاومتين مُختلفتي القيمة حيث تبلغ قيمة إحداهما 1500 Ω أوم مثلاً بينما تبلغ قيمة الأخرى 2200 Ω أوم مثلاً و كانت هاتين المقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي فيجب أن لا تتجاوز القيمة الكلية لهاتين المقاومتين المُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي القيمة الكلية لهما في حال كانت قيمتي كلتا هاتين المقاومتين مُساويةً لأكبر هما.

ماذا يعني هذا؟

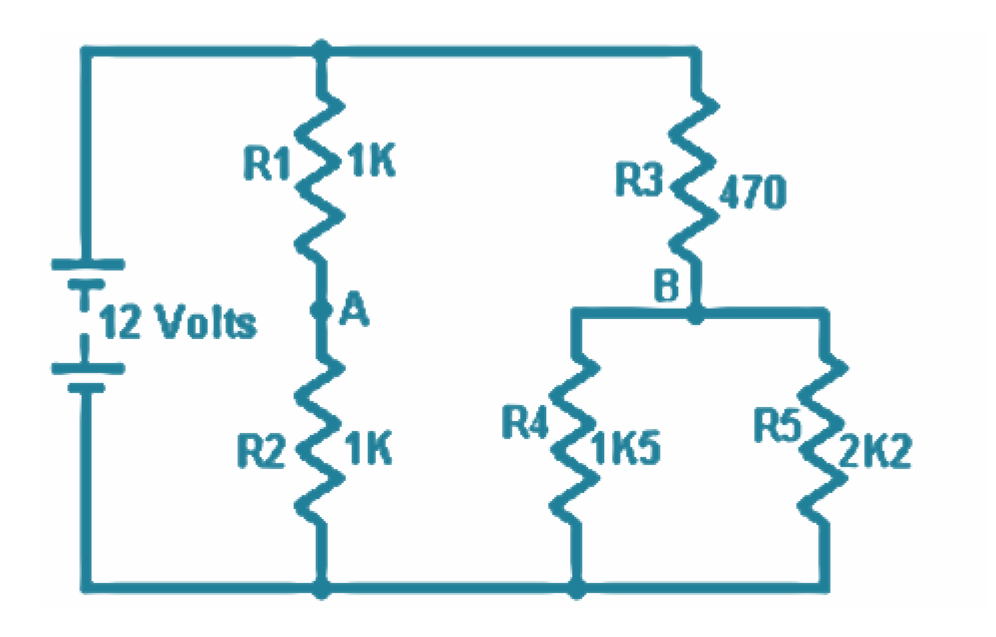
إن هذا يعني لو كانت قيمة كلٍ من هاتين المقاومتين تبلغ 2200 Ω أوم أي أن قيمتيهما الكُلية كما قمنا بحسابها سابقاً تبلغ 1100 Ω أوم فيجب أن لا تتجاوز القيمة الكلية للمقاومتين 2200 و 1500 الرقم 1100 Ω و إلا فإن ذلك يعني بان العملية الحسابية التي قمنا بها خاطئة.

و يجب أن لا تكون القيمة الكلية لمقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي أدنى من القيمة الكلية لهما في حال كانت قيمتيهما مساويةً لقيمة أصغرهما.

فإذا كانت قيمة كلٍ منهما 1500 Ω فإن قيمتهما الكلية كما قمنا بحسابها سابقاً سوف تكون 750Ω إذا كانتا مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي و بالتالي فإن القيمة الكلية لمقاومتين تبلغ قيمة إحداهما 2200 Ω و تبلغ قيمة الثانية 1500 Ω أوم يجب أن لا تكون أدنى من 750 Ω أوم و إلا فإن ذلك يعني بأن إجابتنا خاطئة .

أي أن الإجابة الصحيحة عند حساب القيمة الكُلية لمقاومتين تبلغ قيمتهما مثلاً 2200 و 1500 يجب أن تكون أعلى من 750Ω أوم و أدنى من 1100 Ω أوم .

حساب الجهد في النقطتين A و B

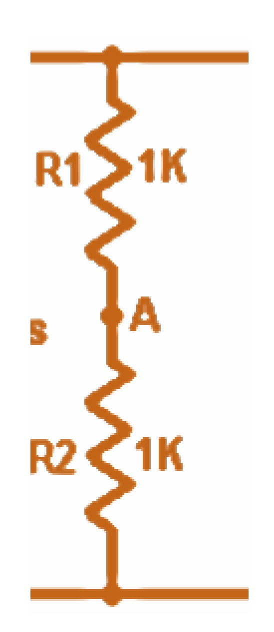


المقاومتين R1 و R2 متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل (التوالي) و هما مقاومتين متساويتي القيمة حيث تبلغ قيمة كلٍ منهما 1 كيلو أوم كما هو مبينٌ على المخطط أي أنهما تقومان باقتطاع المقدار ذاته من الجهد و تقومان باقتسام جهد مصدر التغذية الذي يبلغ 12 V كما هو مُبينٌ في المخطط فيما بينهما ، أي أن المقاومة الأولى R1 تقوم باقتطاع نصف الجهد:

12/2=6 V

و كذلك فإن المقاومة الثانية R2 تقوم باقتطاع نصف الجهد الذي يصل إليها و بالتالي فإن الجهد عند النقطة A يُساوي نصف الجهد الكُلي لمصدر التغذية (بطارية 12 فولت) أي أن الجهد عند هذه النقطة سوف يكون 6 فولت .

إذا كانت لدينا مقاومتين متساويتي القيمة متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل و متصلتين مع الدارة على التفرع أي أن إحداهما متصلة بالخط الموجب بينما الثانية متصلة بأرض الدارة(الخط السالب) فإن الجهد الذي يخرج من بينهما يساوي نصف جهد مصدر التغذية أو نصف جهد الخط الموجب في الدارة.



بالنسبة للمقاومتين R4 و R5 فإنهما مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي(التفرع) .

تذكر دائماً :

في حال الوصل على التسلسل(التوالي) إذا تعرض عنصرٌ من مجموعة عناصرٍ مُتصلة مع بعضها البعض على التسلسل للتلف و لم يعد يُمرر التيار الكهربائي فإنه سيقطع التيار الكهربائي عن العناصر التالية له لأن العناصر في حال الوصل على التسلسل تنتظم كما تنتظم حبات القلادة أو عربات القطار مع بعضها البعض و يتحرك التيار فيها كما ينتقل الرُكاب داخل القطار من عربةٍ لأخرى ، و لكن لو أن إحدى عربات القطار احترقت و أغلقت أبوابها فإن المُسافرين لن يستطيعوا الانتقال إلى العربة التالية .

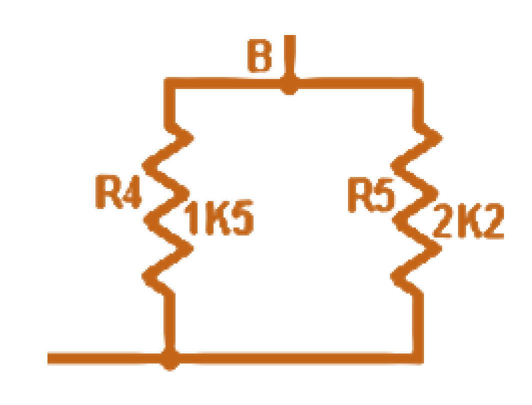
أما في حال الوصل على التوازي (التفرع) فإن كل عنصرٍ مُتصلٍ على التوازي يحصل على تغذيته بصورةٍ مُستقلة عن العنصر الآخر.

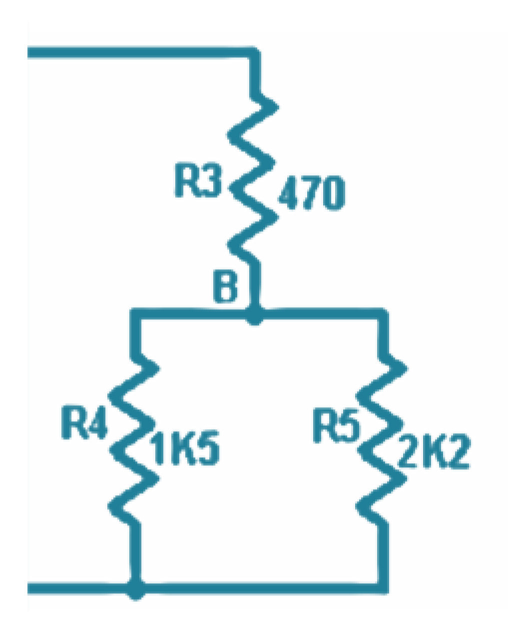
و كما تلاحظون فإن المقاومتين R4 و R5 مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي .

تبلغ قيمة المقاومة R4 1500 كيلو أوم 1K5 بينما تبلغ قيمة المقاومة الثانية R5 2200 Ω أوم

أي 2K2 ، و بالطبع فقد استخدمنا رمز الكيلو (ألف) K بدلاً من الفاصلة فالقيمة 1K5 تعني بأن ما هو إلى يمين الفاصلة في خانة الآلاف 1000 بينما ما هو إلى يسار الفاصلة في خانة المئات 500 أي كأننا نكتب 1,500 و كذلك هي الحال بالنسبة 2K2 .

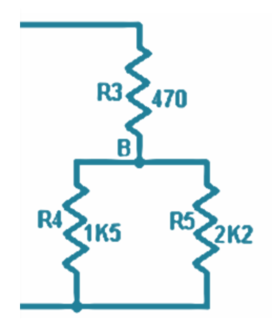
و بالطبع فإن القيمة الكُلية للمقاومتين R4 و R5 كما قمنا بحسابها سابقاً تبلغ 892Ω أوم أي إن بإمكاننا أن نعتبر بأن كلتا هاتين المقاومتين عبارة عن مقاومة واحدة تبلغ قيمتها 892 Ω أوم .





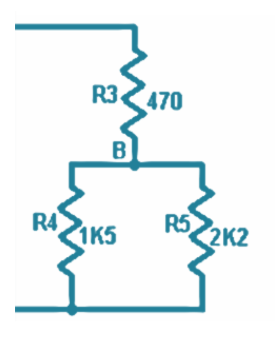
و الآن حتى نحسب الجهد (بشكلٍ تقريبي) عند النقطة B فإن بإمكاننا أن نعتبر بأن كلاً من المُقاومة R3 لوحدها و كلا المقاومتين R4 و R5 بمثابة مقاومتين اثنتين فقط مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوالي(التسلسل) تبلغ قيمة إحداهما R3 كما هو مبين على المخطط 470 Ω أوم بينما تبلغ قيمة الثانية و التي هي عبارة عن مقاومتين اثنتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التوازي

892 Ω أوم.



أي أن المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب لوحدها (مقاومة أولى) و كلا المقاومتين المتصلتين مع أرضي الدارة سوياً (مقاومة ثانية) و بالتالي أصبحت هذه المقاومات الثلاثة

عبارة عن مقاومتين اثنتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي) و أصبحت عبارةً عن مُقسم جهد يخرج الجهد من بينها أي من النقطة B مُقسماً.



و بالتالي فإن الجهد عند النقطة B سيمثل نسبة المقاومة العلوية R3 إلى المقاومة السفلية (التي تتألف من المقاومتين R4 و R5 المُتصلتين ببعضهما البعض على التوازي) أي النسبة ما بين

قيمة المقاومة العليا و هي 470Ω أوم و قيمة المقاومة الدُنيا 892Ω أي تقريباً ثلث إلى ثلثين أي أن المقاومة العليا سوف تقتطع ثلث الجهد الكلي لمصدر التغذية البالغ 12 فولت أي 4 فولت تقريباً و سوف يتبقى 8 فولت تقريباً عند النقطة B أي أن هنالك هبوطٌ في الجهد مقداره 4 فولت تقريباً سوف يحدث عند النقطة B .

نسبة المقاومة العلوية (المتصلة بالقطب الموجب) إلى المقاومة الكلية لكلا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي نسبة ما سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب من إجمالي جهد الدارة(جهد مصدر التغذية).

قيمة المقاومة العلوية 470 Ω أوم

قيمة المقاومة السفلية 892 Ω أوم

المقاومة الكلية لكلتا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل :

470+892=1362Ω

مقدار الجهد الذي سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب لنفسها (مجهول؟)

جهد الدارة (جهد مصدر التغذية) 12 V فولت.

$$\frac{\text{المقاومة العلوية}}{\text{المقاومة الكلية}} = \frac{\text{جهد المقاومة العلوية}}{\text{جهد الدارة}}$$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$$\frac{470}{1362} = \frac{?}{12} =$$

بالطبع فإن الكسر ليس إلا عملية قسمة معلقة:

470/1362=0.35

$0.35=\frac{?}{12}=$

470/1362=0.35

0.35=?/12

0.35=?÷12

كما ترون فقد أصبحت لدينا عملية قسمة اعتيادية تحوي طرفين معلومين و طرفً مجهول.

لتحديد قيمة الطرف المجهول نقوم بضرب الطرفين المعلومين مع بعضهما البعض:

12×*0.35*=4.2

إذاً فإن المقاومة العلوية المتصلة بالخط الموجب سوف تقتطع تقريباً 4 V *فولت من إجمالي الجهد البالغ 12 V* و سوف تقوم بتخريج *8 V* و هو الجهد الذي سوف يزيد عن حاجتها.

12-4=8 V

تذكر دائماً بأن المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب هي التي تحدد مقدار الجهد الخارج من مُقسم الجهد .

مقدار الجهد الذي يخرج من مُقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد لنفسها.

يُمكننا استخدام قانون أوم و تنويعاته لحساب التيار الذي يتدفق إلى النقطة B و ذلك تمهيداً لإجراء عملية حسابٍ دقيقة للجهد عند تلك النقطة:

Ohms = Volts / Amps

أوفا OVA (عملية قسمة)

المقاومة(بالأوم) = الجهد(بالفولت) تقسيم التيار(بالأمبير)

Amps = Volts / Ohms

التيار(بالأمبير) =الجهد(بالفولت) ÷المقاومة (بالأوم)

آفو AVO عملية قسمة

Volts = Ohms x Amps

الجهد(بالفولت) = المقاومة(بالأوم) ×التيار(بالأمبير).

فوآ VOA (عملية ضرب)

حتى لا ننسى قانون أوم و صيغه:

Ohms = Volts / Amps

OVA (أوفا) قسمة

Amps = Volts / Ohms

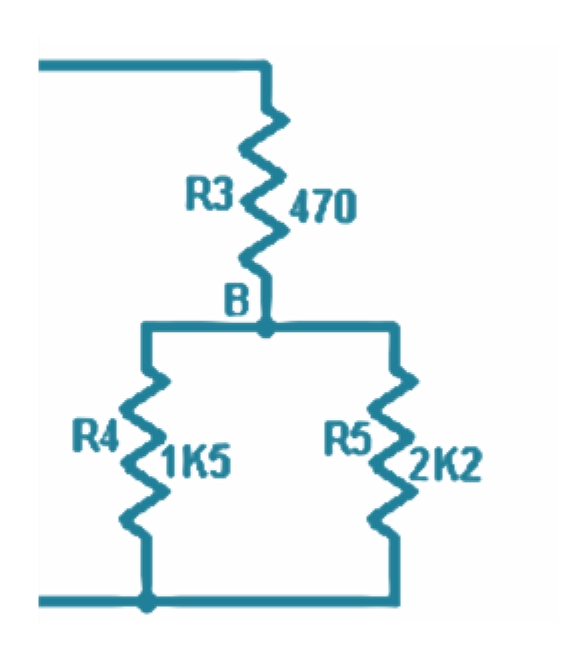
AVO(آ- فو) قسمة

Volts = Ohms x Amps

VOA (فو- آ) ضرب

أوفا – آفو – فو آ

قسمة-قسمة-ضرب



Amps = Volts / Ohms

AVO(آ- فو) قسمة

شدة التيار(بالأمبير) تساوي الجهد (بالفولت) تقسيم المقاومة (بالأوم)

Amps = Volts / Ohms

نعوض بالقيم المتوفرة لدينا

طبعاً بأن المقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل (التوالي) فإن قيمتهما الكلية تساوي مجموعهما مع بعضهما البعض و لذلك فإننا نقوم بجمع قيمتيهما 892+470

Amps(?)=12V/(470Ω+892Ω)=

Amps(?)=12V/(1362Ω)=

Amps(?)=12V÷(1362Ω)=

12/1362=0.00881 Amps

إذاً فإن شدة التيار في النقطة B تبلغ 0.00881 أمبير.

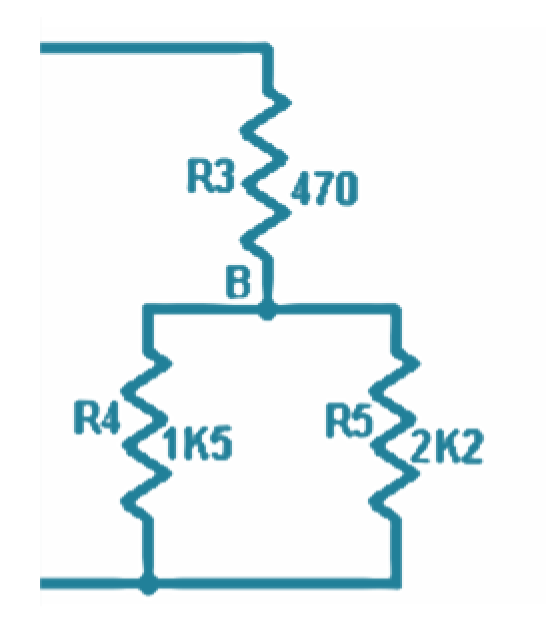
يُمكننا اختصار النتيجة السابقة بتحويلها إلى وحدة الميلي أمبير بدلاً من وحدة

الأمبير و ذلك بضربها بألف لأن الأمبير يساوي ألف ميلي أمبير.

للتحويل إلى وحدةٍ أدنى نضرب و للتحويل إلى وحدةٍ أعلى نقسم.

0.00881×1000=8.81 milliamps

8.81 ميلي أمبير



و الآن بعد أن تمكنا من حساب التيار الذي يمر عبر المقاومتين R4+R5 أصبح بإمكاننا أن نحسب بشكلٍ دقيق جهدهما و ذلك باستخدام الصيغة الأولى من قانون أوم و هي :

Ohms = Volts / Amps

OVA (أوفا) قسمة

المقاومة بالأوم تساوي الجهد بالفولت تقسيم شدة التيار(بالأمبير)

نعوض بالقيم المتوفرة :

892 Ω=V/Amps?

892 Ω=? V/0.00881 A

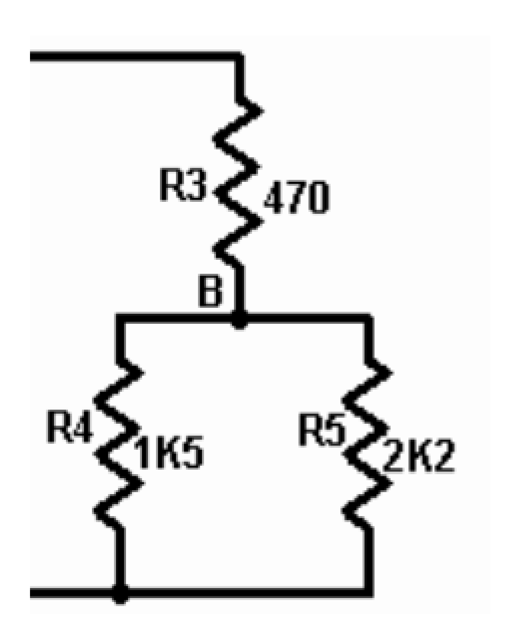
لحل عملية قسمة تحوي مجهولاً فإننا نعكس عملية القسمة لتصبح عملية ضرب بحيث تصبح نتيجة عملية الضرب هي المجهول:

Volts=892×0.00881=7.858V

أي 7.859 فولت .

و كما ترون فهي نتيجة قريبة جداً من النتيجة التقريبية التي توصلنا إليها عندما اعتبرنا بأن المقاومة العلوية الأولى تقتطع ثلث الجهد أي نحو 4 فولت فيتبقى 8 فولت من أصل 12 فولت بينما تقتطع المقاومة السفلية ثلثي الجهد أي نحو 8 فولت و كما تعلمون فإنه عند قياس هبوط الجهد بين مقاومتين متصلتين عل التسلسل هو مقدار الجهد الذي تُبقي عليه المقاومة العليا (المّتصلة مع الخط الموجب) و بما أن المقاومة العليا قد اقتطعت 4 فولت تقريباً فإن المتبقي هو بحدود 8 فولت تقريباً و تحديداً 7.859فولت.

و بالطبع فإن القيمة الكُلية للمقاومتين R4 و R5 كما قمنا بحسابها سابقاً تبلغ 892Ω أوم أي إن بإمكاننا أن نعتبر بأن كلتا هاتين المقاومتين عبارة عن مقاومة واحدة تبلغ قيمتها 892 Ω أوم .



مقياس الجهد(مقياس فرق الكمون) Potentiometer

voltage ≈potential

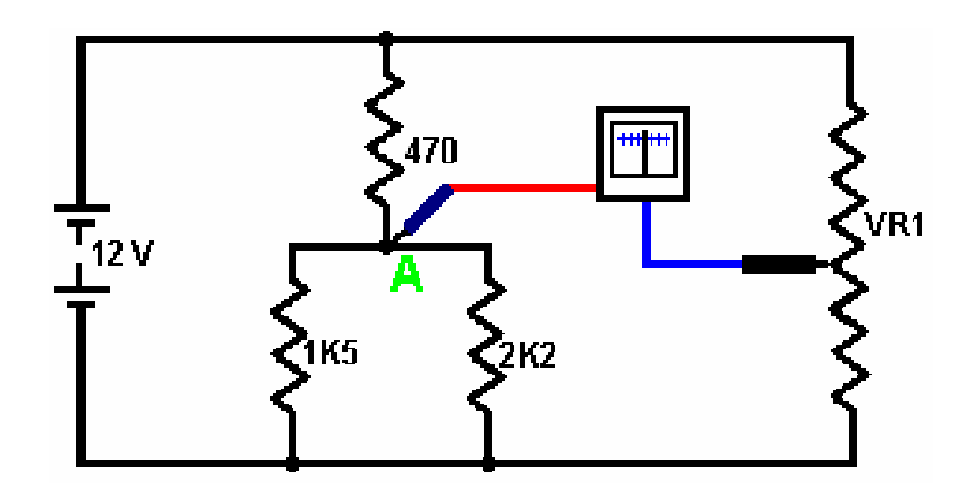
حمايةً لمقياس الأفوميتار من الأذى توضع داخله مُقاومةٌ عاليةً جداً و بالرغم من مقاومته العالية فإن هذا المقياس عند قياس دارةٍ ما فإنه يسحب مقدارٍ ضئيل من التيار من تلك الدارة و هذا المقدار الضئيل من التيار يؤثر على دقة القياس.

و للتغلب على هذه المشكلة فقد ابتكر التقنيون طريقة قياسٍ شديدة الدقة يستخدمون فيها مقياس جهد(مقياس فرق الكمون) Potentiometer دقيق لقياس شدة التيار (التيار و ليس الجهد) :

في حال لم يكن هنالك أي تيارٍ في الدارة فإن إبرة المقياس تبقى في المُنتصف.

إذا كان التيار موجباً فإن إبرة المقياس تنحرف نحو الجهة اليُمنى.

إذا كان التيار سلبياً فإن إبرة المقياس تنحرف نحو الجهة اليُسرى.



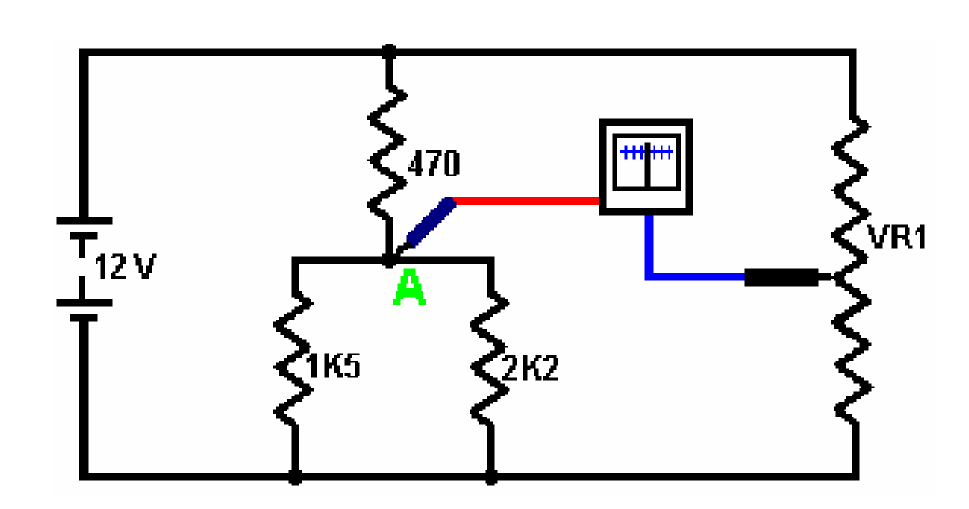
يتم وصل مقاومةً مُتغيرة VR1 على التوازي مع مصدر جهد الدارة (و هي هنا بطارية 12 فولت و هي التي تقوم بتغذية الدارة).

يتم ضبط الحد العلوي لتلك المقاومة المُتغيرة VR1على أقصى جهدٍ لمصدر التغذية (أي 12+ فولت) أي أن المقاومة المُتغيرة عندما يتم ضبطها على هذا الحد فإنها سوف لن تقوم باقتطاع أي جزءٍ من الجهد).

يتم ضبط الحد السُفلي للمقاومة المُتغيرة VR1على صفر فولت ، أي أننا عندما نضبط المقاومة المتغيرة على حدها السُفلي الأدنى فإنها سوف تقوم باقتطاع كامل الجهد و لن يتبقى منه شيء).

و بالطبع فإنه يُمكن ضبط المقاومة المتغيرة على أي قيمةٍ تقع ما بين حديها العلوي و السُفلي و في مثالنا الحالي يُمكن ضبط المقاومة المتغيرة VR1 على أي جهدٍ يقع ما بين صفر و +12 فولت.

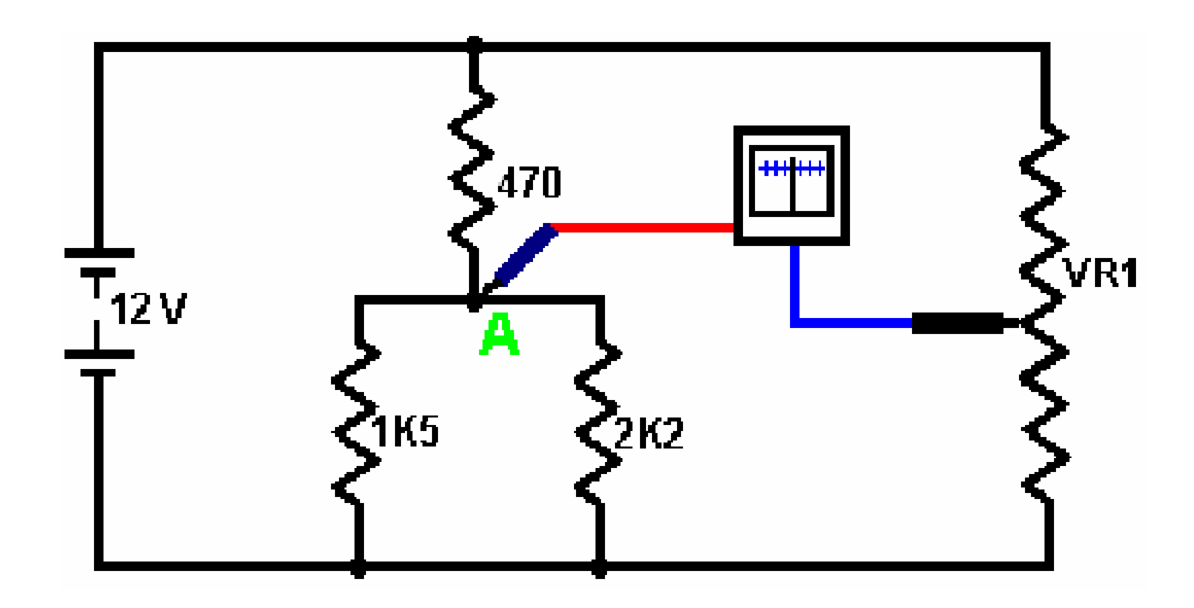




و الآن لقياس الجهد عند النقطة A دون أن نسمح للمقياس بأن يسحب أي مقدارٍ من التيار يتم وصل المقياس بين نقطة القياس A المراد قياسها و بين المقاومة المتغيرة VR1 و يتم تحريك مزلاج المقاومة المُتغيرة إلى أن تُشير إبرة المقياس إلى القيمة صفر فولت :

12-12=0

بما أن المقياس يُشير الصفر فذلك يعني بأنه ما من تيارٍ كهربائي يمر في المقياس و هذا يعني بالطبع بأن المقياس لا يقتطع أي مقدارٍ من التيار الكهربائي ، و بما أن المقياس لا يسحب أي تيارٍ من الدارة فذلك يعني بأن نتيجة القياس لن تتأثر.



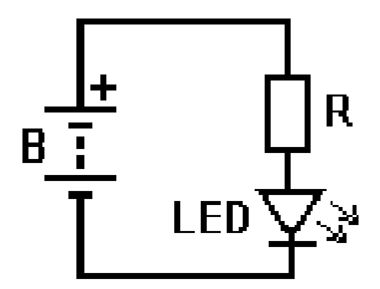
متى سوف يشير المقياس إلى الصفر؟

سوف يُشير المقياس إلى قراءةٍ مقدارها صفر فولت عندما يتساوى الجهد عند النقطة A مع الجهد عند النقطة التي تشير إليها منزلقة المقاومة المُتغيرة ، و لذلك فإننا نستطيع باستخدام مسطرة مدرجة معايرة لهذا الغرض توضع على امتداد المقاومة المُتغيرة و يتم ترقيمها من صفر إلى +12 V أن نُحدد جهد النقطة التي تُشير إليها منزلقة المقاومة المُتغيرة.

لماذا لا يتحرك أي تيارٍ كهربائي عندما يتساوى الجهد بين هاتين النقطتين؟

لأن التيار الكهربائي يتحرك من منطقة الجهد الأعلى إلى منطقة الجهد الأدنى فإذا تساوى الجهد بين نقطتين لا يتحرك التيار بينهما.

قراءة المُخططات الإلكترونية

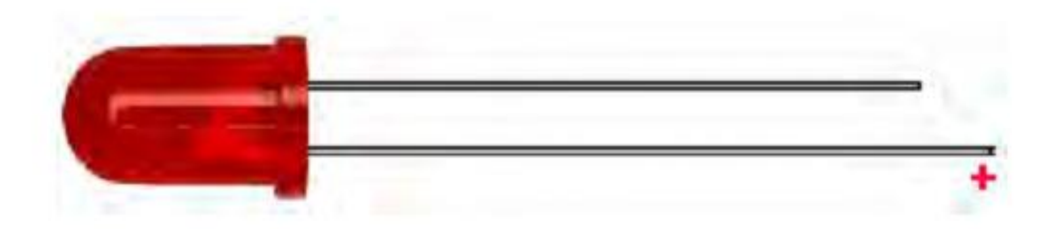


يُشير الحرف B إلى البطارية و على وجه الخصوص البطارية التي تتألف من عدة خلايا.

يشير الحرف R إلى المقاومة.

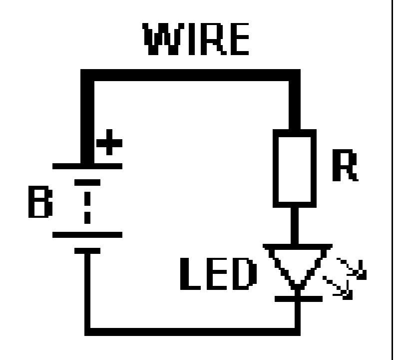
الاختصار LED يعني الدايود المصدر للضوء Light-Emitting Diode .

إن رجل الليد الضوئي الأكثر طولاً هي قطبه الموجب



غالباً ما يتطلب الليد الضوئي نحو 1.5 فولت حتى يعمل و كما هي حال معظم المكونات و العناصر الأخرى فإننا أذا وصلنا الليد الضوئي إلى مصدر جهدٍ أعلى من القيمة التي يستطيع احتمالها فإنه يحترق و لهذا السبب فإننا نقوم بحماية الليد الضوئي عند وصله إلى مصدر جهدٍ أعلى من الجهد الذي يعمل عليه باستخدام مقاومة تقوم بخفض و اقتطاع الجهد الزائد ولا تُبقي إلا على جهدٍ يُناسب الليد الضوئي.

فإذا وصلنا ليد ضوئي جهده 1.5 فولت ببطارية مدخرة يبلغ جهدها 9V فولت فإننا نقوم بحماية الليد الضوئي من الجهد الزائد باستخدام مقاومة تبلغ قيمتها 330 Ω أوم بين القطب الموجب لمصدر التغذية و بين القطب الموجب لليد الضوئي:



طبعاً يتوجب بهذه المقاومة أن تحمل ثلاثة أشرطة بالألوان التالية بدأً من الجهة اليسرى:

برتقالي – برتقالي- بني

اللون البرتقالي يرمز للعدد 3.

اللون البرتقالي يرمز للعدد 3

الخانة الأخيرة هي خانة الأصفار و قد أتى فيها شريطٌ بني و اللون البني يرمز للعدد واحد 1 .

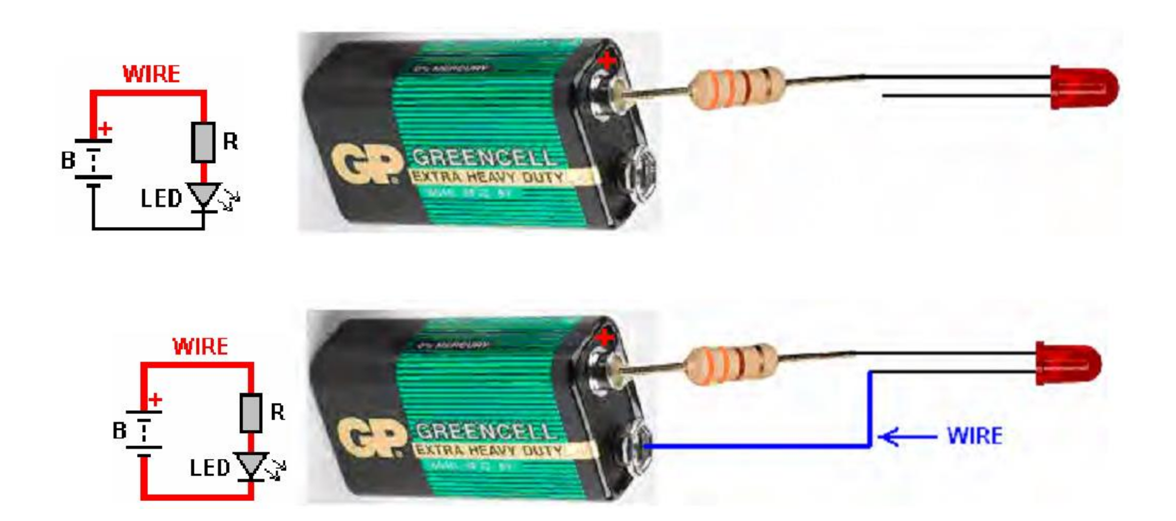
طبعاً إياك في مثل هذه الحالة أن تضع العدد واحد لأن اللون البني قد أتى في خانة الأصفار و هو لا يعني هنا العدد واحد و إنما يعني (واحد صفر) أي (صفر واحد).

3+3+0=330

330Ω

330 أوم.





كيف عرفنا بأنه يتوجب علينا استخدام مقاومة تبلغ قيمتها 330 Ω أوم لحماية الليد الضوئي من الجهد الزائد؟

إننا نستخدم لهذه الغاية قانون أوم و تنويعاته :

Ohms = Volts / Amps

المقاومة(بالأوم) = الجهد(بالفولت) × التيار(بالأمبير)

Amps = Volts / Ohms

التيار(بالأمبير) =الجهد(بالفولت) ÷المقاومة (بالأوم)

Volts = Ohms x Amps

الجهد(بالفولت) = المقاومة(بالأوم) ×التيار(بالأمبير).

حتى لا ننسى قانون أوم و صيغه:

Ohms = Volts / Amps

OVA (أوفا) قسمة

Amps = Volts / Ohms

AVO(آ- فو) قسمة

Volts = Ohms x Amps

VOA (فو- آ) ضرب

القيم المتوفرة لدينا :

جهد الليد الضوئي V 1.5 فولت .

استطاعة الليد الضوئي A 0.004545

جهد البطارية V 9 فولت (قيمة غير مُهمة)

القيمة المجهولة : قيمة المقاومة اللازمة بالأوم .

لحساب قيمة المقاومة اللازمة نستخدم قانون أوم الصيغة Ohms = Volts / Amps

OVA (أوفا) قسمة .

المقاومة(بالأوم) = الجهد(بالفولت) \ التيار(بالأمبير)

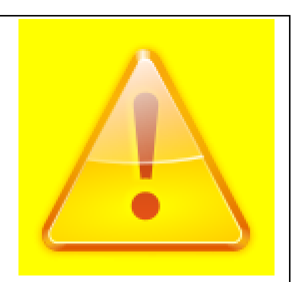
المقاومة(بالأوم) = الجهد(بالفولت) ÷التيار(بالأمبير)

نعوض بالقيم المتوفرة لدينا:

Ohms = 1.5 Volts / 0.004545 Amps=

1.5/0.004545=330 Ω

المقاومة اللازمة لحماية الليد تبلغ قيمتها 330 أوم.



تذكر دائماً

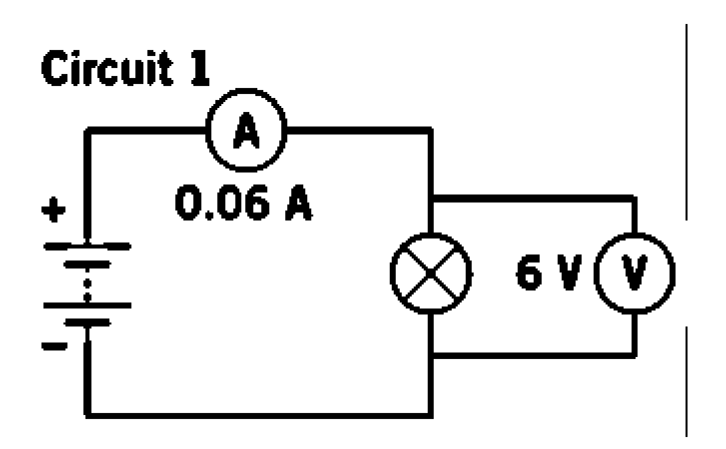
الجهد اللازم هو جهد العُنصر أو المكون و ليس جهد مصدر التغذية أو جهد الدارة و لذلك فإن ما كان مُهماً بالنسبة لنا هو جهد الليد الضوئي 1.5 فولت بينما لم نستخدم أبداً جهد مصدر تغذية الدارة (جهد البطارية 9 فولت) في العملية الحسابية.

الأمبير اللازم هو أمبير العنصر أو المكون (أمبير الليد الضوئي مثلاً) و ليس أمبير أي شيءٍ آخر.

فقط يتوجب علينا مراعاة أن تكون استطاعة المقاومة كافية بحيث تستطيع احتمال الدارة حتى لا تحترق.

يصلح قانون أوم للتطبيق دائماً على أي جزءٍ من أجزاء الدارة أو أي عنصر من عناصر الدارة كما يصلح للتطبيق على الدارة بأكملها.

كم تبلغ مقاومة المصباح في الدارة المتوازية التالية:



المصباح في الدارة السابقة يبلغ جهده 6 فولت و هو متصلٌ على التوازي مع مصدر الجهد (البطارية).

لحساب المقاومة نستخدم صيغة حساب المقاومة من قانون أوم و هي الصيغة أوفا (عملية قسمة OVA)

O=V/A

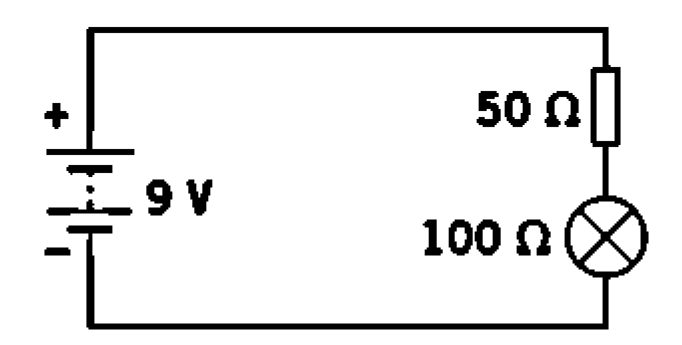
المقاومة (أوم) تساوي الجهد(فولت) تقسيم التيار (أمبير)

نعوض بالقيم المتوفرة لدينا:

6 V/0.06 A=100 Ω

إذاً فإن مقاومة المصباح الذي في الدارة تبلغ 100Ω أوم.

احسب قيمة كلٍ من المقاومة الكلية و التيار في الدارة التالية



لدينا في الدارة السابقة عنصرين متصلين مع بعضهما البعض على التسلسل (مثل حبات العقد و عربات القطار) وهما مقاومة 50Ω و مصباحٍ تبلغ مقاومته 100Ω و بإمكاننا بالطبع أن نعتبر هذين العنصرين مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل (التوالي) و كما تعلمون فإن القيمة الكلية لمقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي مجموع قيمتي هاتين المقاومتين :

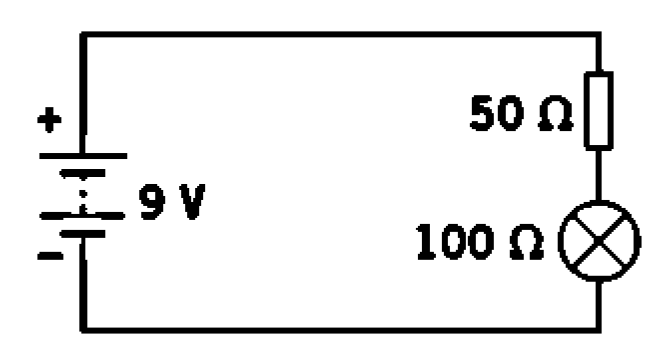
$R_{total} = R1 + R2$

المقاومة الكلية في الدارة تساوي المقاومة الأولى+المقاومة الثانية +...

و كما يبين الشكل فإن العنصر الأول عبارة عن مقاومة تبلغ قيمتها 50Ω أوم بينما العنصر الثاني عبارة عن مصباح تبلغ مقاومته 100Ω أوم .

$50\ \Omega + 100\Omega = 150\ \Omega$

إذاً فإن مقاومة الدارة تبلغ 150 Ω أوم .



الآن نقوم بحساب التيار في الدارة باستخدام الصيغة آفو (عملية قسمة) من قانون أوم AVO

حتى لا ننسى : بما أن التيار في الدارات الإلكترونية غالباً ما يكون رقماً عشرياً (ميلي أمبير) فإننا نقوم بحساب التيار بعملية قسمة (هذه ليست قاعدة و لكنها مجرد وسيلة لتذكر القاعدة).

A=V/O

التيار(الأمبير) = الجهد(فولت) \ شدة التيار (أمبير)

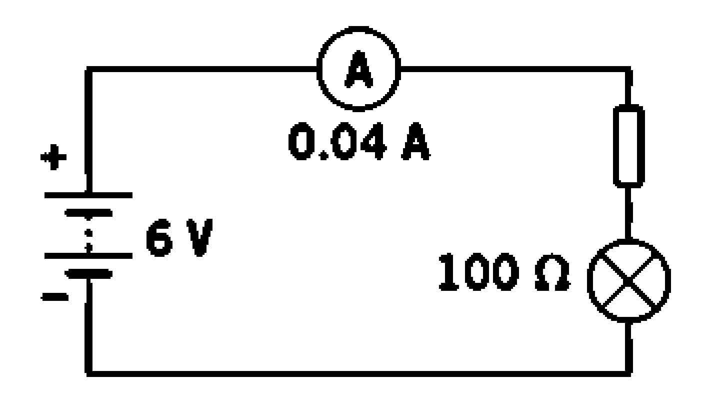
التيار(الأمبير) = الجهد(فولت) تقسيم شدة التيار (أمبير)

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة لدينا :

9 V/150Ω=0.06 A

إذاً فإن قيمة التيار في الدارة تبلغ 0.06 A أمبير.

في الدارة التالية تبلغ مقاومة المصباح 100Ω أوم ، فكم تبلغ قيمة المقاومة المتصلة معها على التسلسل؟



بدايةً نقوم بحساب المقاومة الكلية في الدارة و ذلك باستخدام الصيغة (أوفا) عملية قسمة

O=V/A

المقاومة (أوم) = الجهد(فولت) × شدة التيار (أمبير)

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة:

O=6 V/0.04 A

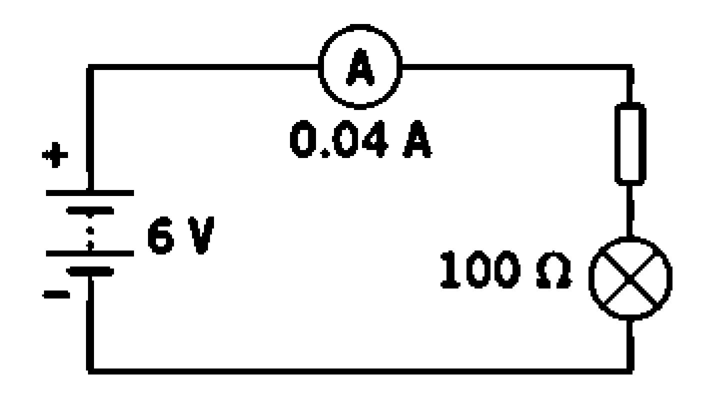
6 V / 0.04=150 Ω

إذاً فإن مقاومة كلٍ من المصباح و المقاومة في الدارة تبلغ 150Ω أوم و بما أن قيمة مقاومتين متصلتين على التسلسل تساوي مجموع هاتين المقاومتين فذلك يعني بأننا إذا علمنا قيمة إحداهما فإن بإمكاننا أن نحسب قيمة الثانية عن طريق إجراء عملية طرحٍ اعتيادية فإذا كانت مقاومة

المصباح تبلغ Ω 100 أوم و إذا كانت المقاومة الكلية لكلتا المقاومتين تبلغ 150Ω أوم فإن قيمة المقاومة المتصلة معه على التسلسل تساوي:

150Ω - 100Ω =50 Ω

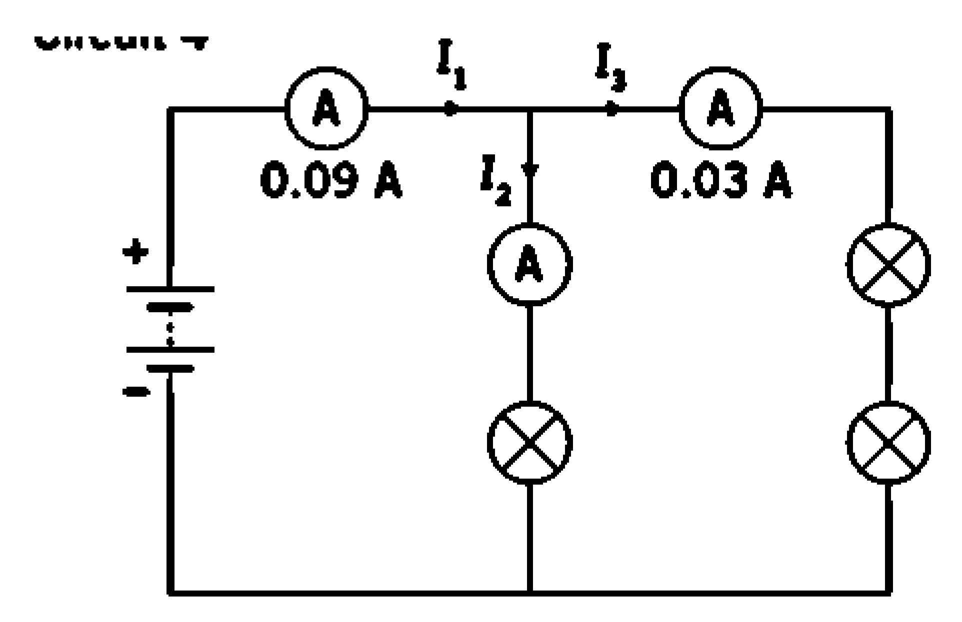
طرحنا مقاومة المصباح أي Ω 100 أوم من المقاومة الكلية التي تبلغ Ω 150 أوم فحصلنا على قيمة مقاومة المقاومة و هي 50Ω أوم .



جميع المصابيح في الدارة التالية متماثلة تماماً .

احسب قيمة التيار I_2 .

علل سبب أن التيار I_2 أكبر من التيار I_3.



حساب قيمة التيار I_2 :

التيار الداخل إلى نقطة تقاطع ما يساوي التيار الخارج منها .

و كما تعلمون فإن التيار يتحرك ابتداءً من القطب الموجب لمصدر التغذية(البطارية) ، فإذا كان التيار الآتي من البطارية مباشرة و هو التيار I_1 تبلغ قيمته 0.09 A ثم يتفرع ذلك التيار عند نقطة التقاطع إلى فرعين هما I_2 و I_3 فذلك يعني بأن التيار الرئيسي I_1 يساوي مجموع كلٍ من التيارين I_2 و I_3 و إذا علمنا بأن التيار الرئيسي الآتي من البطارية I_1 تبلغ قيمته 0.09 A

و أن التيار المتفرع عنه I_3 يساوي 0.03 A أمبير فذلك يعني بأن :

$I_1= I_2+ I_3$

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة :

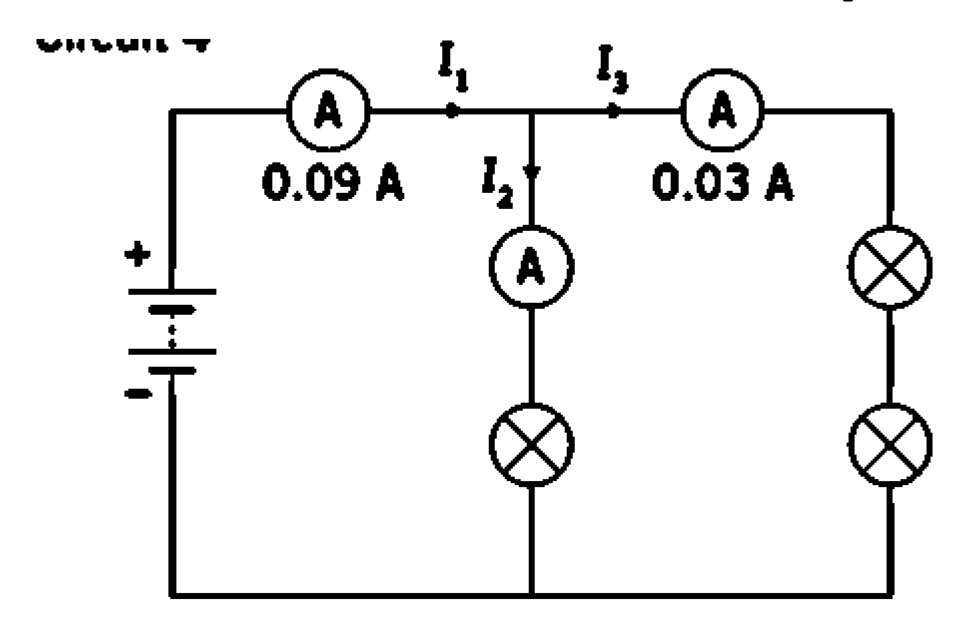
$0.09\ A = I_2+0.03$

أي أن :

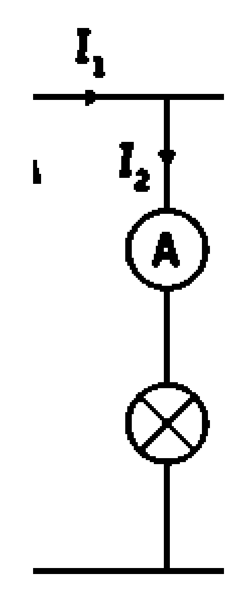
$I_2 = 0.09 - 0.03$

$0.09 - 0.03 =0.06$

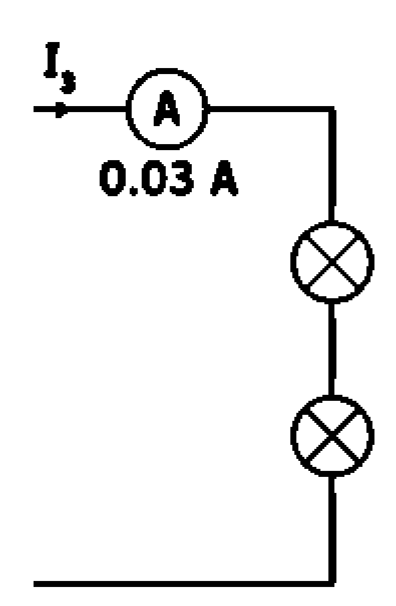
$I_2 = 0.06$



الآن يتدفق التيار التيار الثاني I_2 نحو مصباحٍ متصلٍ على التوازي (التفرع)

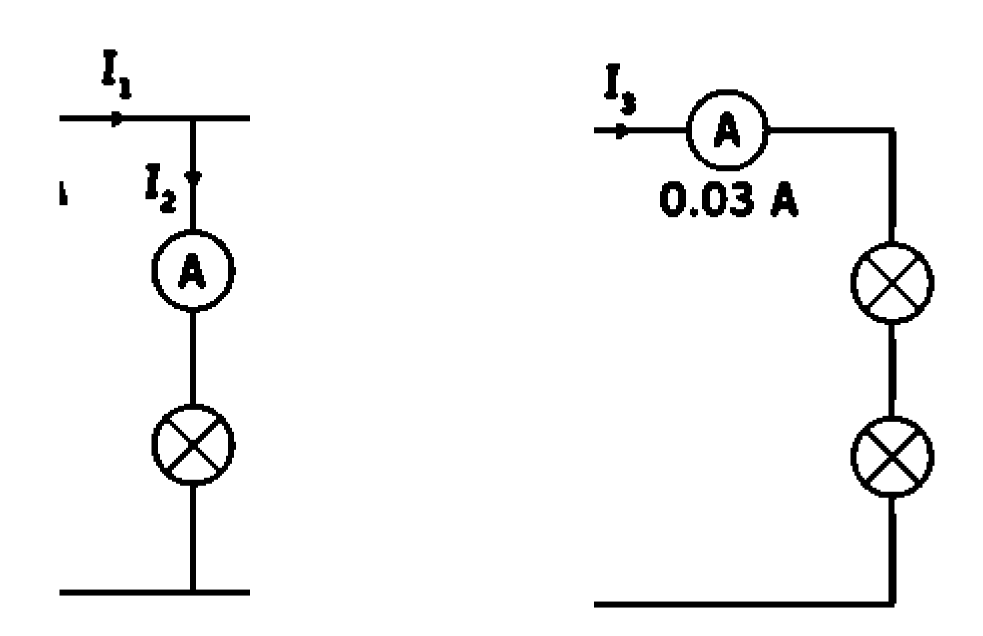


بينما يتدفق التيار الثالث I_3 نحو مصباحين اثنين متصلين مع بعضهما البعض على التسلسل و لكنهما يقعان ضمن خلية متصلة على التوازي :



يسري في كلا الفرعين المتوازيين الجهد ذاته كما يحدث في الدارات المتوازية حيث يكون الجهد واحداً في جميع أجزائها ، غير أن المصباحين المتصلين على التسلسل باعتبارهما مقاومتين و باعتبار أن جميع المصابيح في الدارة متماثلة في القيمة و بما أنهما متصلان مع بعضهما البعض على التسلسل و بما أن القيمة الكلية لمقاومتين (أو أكثر) متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي مجموع قيمتي هاتين المقاومتين فذلك يعني بأن التيار I_3 يساوي نصف التيار I_2 . لماذا؟

لأن التيار I_2 يسري عبر مصباح واحد أي مقاومة واحدة بينما يسري التيار I_3 عبر مصباحين اثنين أي مقاومتين اثنتين و ليس مقاومةً واحدة ،و كنا قد علمنا من قبل بأن جميع هذه المصابيح متساوية مع بعضها البعض من حيث القيمة فمهما كانت قيمة مقاومة مصباحٍ واحد فإن قيمة مقاومة مصباحين اثنين متصلين مع بعضهما البعض على التسلسل سوف تساوي ضعف قيمة مقاومة مصباحٍ واحد أي مقاومة واحدة منفردة و بالتالي فإن التيار الذي يمر عبر هذين المصباحين أو هاتين المقاومتين سيصبح بنصف قيمة التيار الذي يمر عبر مقاومةٍ واحدة لأن هنالك علاقةٌ عكسية ما بين شدة التيار و المقاومة.



التيار الذي يدخل إلى نقطة تقاطعٍ ما يساوي التيار الذي يخرج من تلك النقطة.

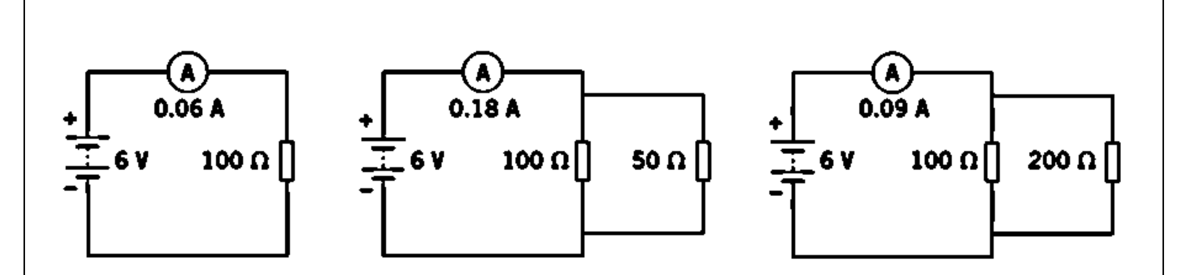
المقاومة الكلية لعدة مقاوماتٍ متصلة مع بعضها البعض على التوازي تكون أقل من من مقاومة إحدى تلك المقاومات منفردة.

تكون قيمة مقاومة واحدة منفردة أكبر من قيمة عدة مقاوماتٍ مماثلةً لها في القيمة متصلة مع بعضها البعض على التوازي.

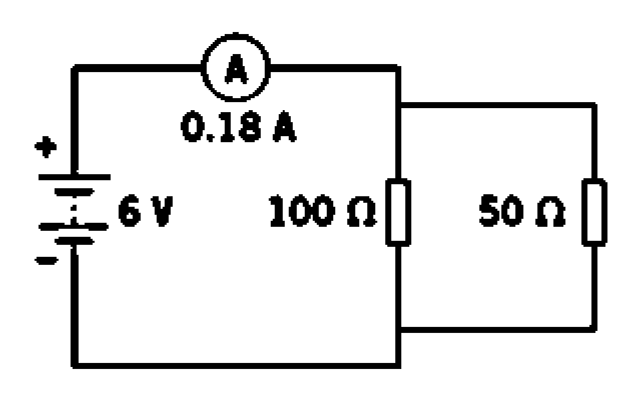
يكون الجهد واحداً في جميع تفرعات الدارة المتوازية.

يكون الجهد (الفولت) واحداً في جميع تفرعات الدارة المتوازية (الجهد و ليس التيار أي الأمبير).

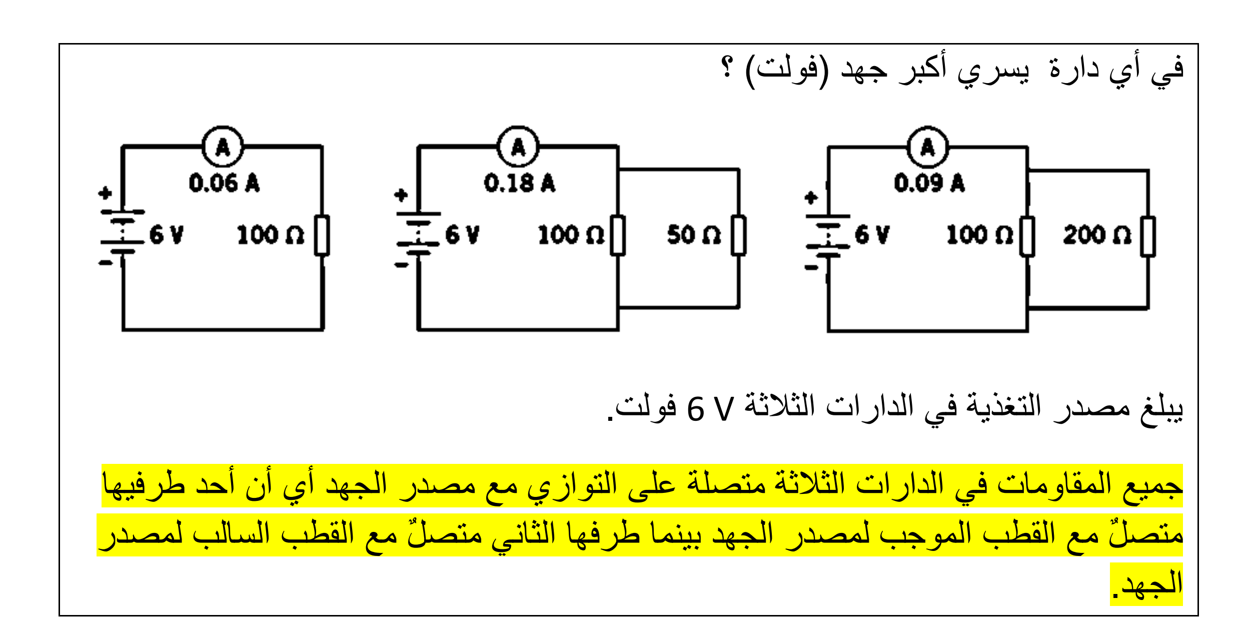
أيٌ من هذه الدارات الثلاثة مقاومتها هي الأدنى؟



أدنى الدارات الثلاثة مقاومةً هي الدارة الوسطى حيث ان الجهد في الدارات الثلاثة متماثل 6 فولت غير أن التيار في الدارة الوسطى هو الأعلى حيث يبلغ 0.18 A أمبير و هذا يعني بأن المقاومة في الدارة الوسطى هي الأدنى حيث أن هنالك علاقة تناسبٍ عكسي بين المقاومة و التيار ذلك أنه كلما ارتفعت المقاومة انخفض التيار و العكس صحيح إذ أنه كلما انخفضت المقاومة ارتفع التيار.



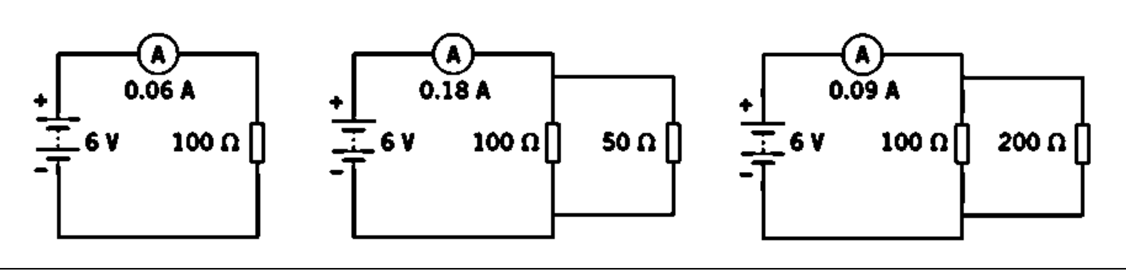
في أي دارة يسري أكبر جهد (فولت) ؟



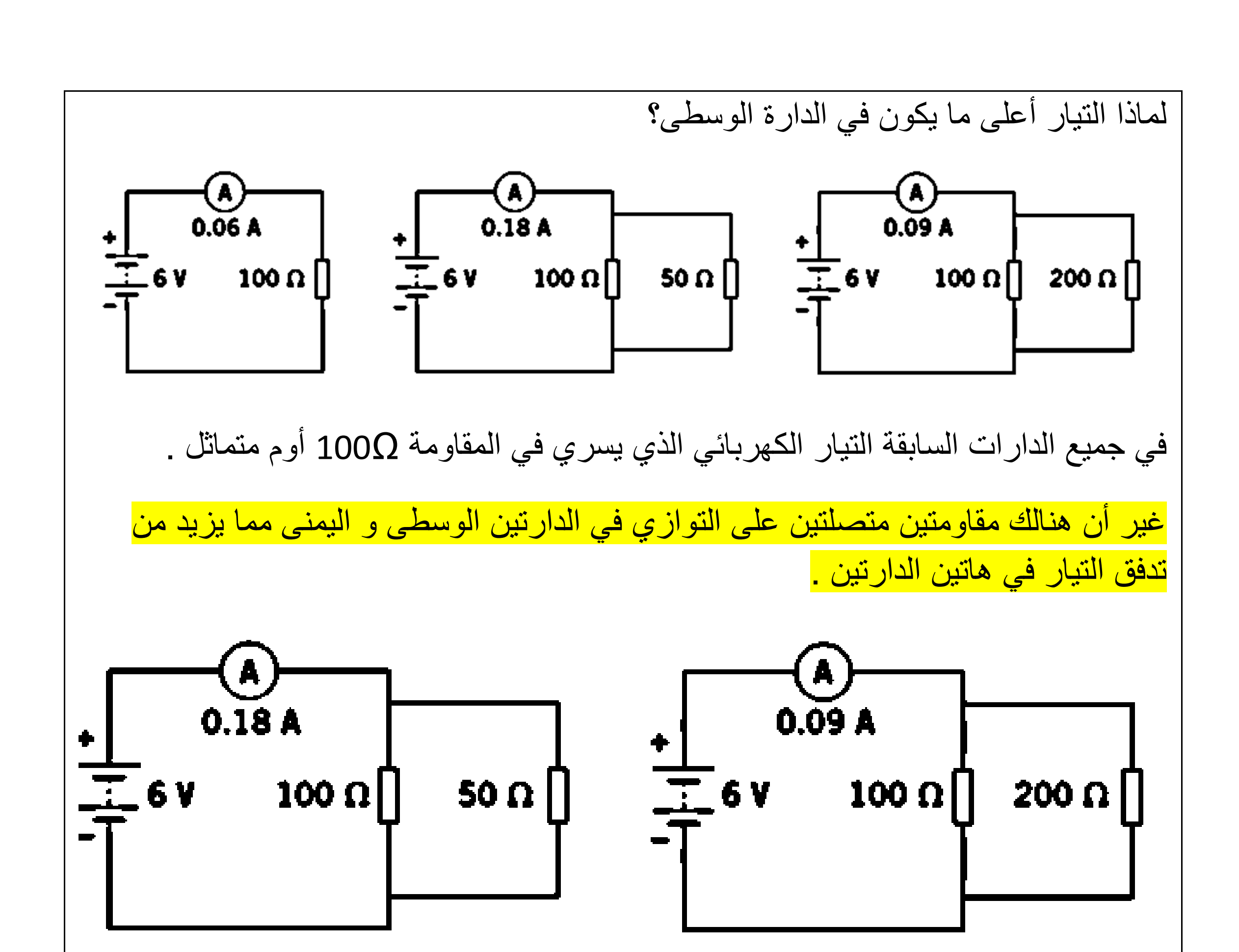
يبلغ مصدر التغذية في الدارات الثلاثة 6 V فولت.

جميع المقاومات في الدارات الثلاثة متصلة على التوازي مع مصدر الجهد أي أن أحد طرفيها متصلٌ مع القطب الموجب لمصدر الجهد بينما طرفها الثاني متصلٌ مع القطب السالب لمصدر الجهد.

و كما نعلم فإن الجهد (الفولت) في جميع أجزاء الدارة المتوازية يكون متماثلاً ، أي أن جهداً يبلغ 6 V فولت يسري في جميع أجزاء الدارات الثلاثة و يسري عبر مقاوماتها و هذا يعني بأن الجهد عند جميع المقاومات في الدارات الثلاثة يبلغ 6 فولت أي أن الجهد الذي يمر في جميع المقاومات في الدارات الثلاثة متماثل.



لماذا التيار أعلى ما يكون في الدارة الوسطى؟



في جميع الدارات السابقة التيار الكهربائي الذي يسري في المقاومة 100Ω أوم متماثل .

غير أن هنالك مقاومتين متصلتين على التوازي في الدارتين الوسطى و اليمنى مما يزيد من تدفق التيار في هاتين الدارتين .

غير أن المقاومة 50 Ω أوم تسمح بمرور مقدار من التيار أكبر من التيار الذي تسمح المقاومة 200Ω أوم بعبوره و لذلك فإن التيار في هذه الدارة يكون أكبر.

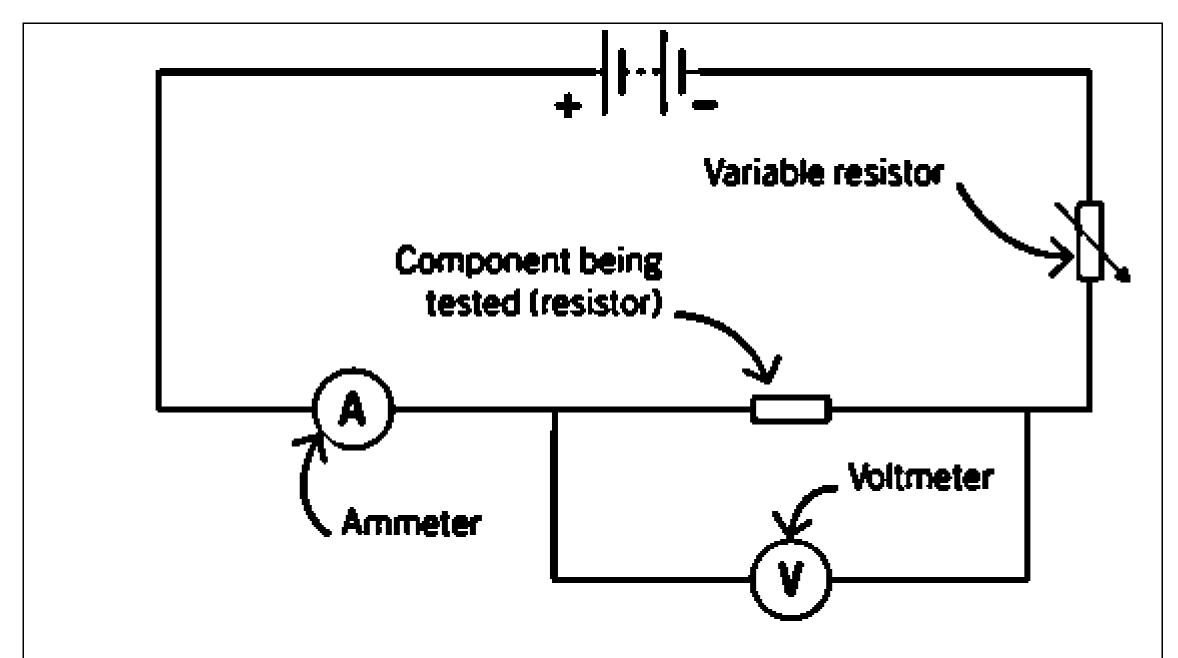
تدعى المقاومات و الأسلاك بالموصلات الأوميةohmic conductors و ذلك لأنها تمتثل لقانون أوم أي أنها تمتلك مقاومةً معيارية ثابتة كما أن التيار(الأمبير) الذي يتدفق فيها يكون متناسباً مع الجهد المُطبق عليه(الفولت).

تعتبر مصابيح السلك المتوهج و الدايودات بمثابة أمثلة عن الموصلات اللا أومية أو الموصلات الغير أومية non ohmic conductors.

تزداد مقاومة المعادن كلما ارتفعت درجة حرارتها.

يسمح الدايود للتيار الكهربائي بالعبور خلاله في اتجاهٍ واحدٍ فقط.

دارة تمييز العناصر الأومية (التي تتوافق مع قانون أوم) عن العناصر الغير أومية (التي لا تتوافق مع قانون أوم):



تجهيز دارة الاختبار للعمل

يجب أن تكون المقاومة المتغيرة فيها قابلةً للضبط على عشر قيم .

قم بتغيير التيار في الدارة باستخدام المقاومة المتغيرة وفق الحالات العشرة التي قمنا بمعايرة المقاومة المتغيرة عليها و قم بتسجيل قيم الجهد(الفولت) و شدة التيار(الأمبير) لكل درجةٍ من درجات ضبط تلك المقاومة.

قم بتسجيل نتائج القياس على الصورة التالية:

درجة المقاومة (   ) أوم Ω أدت لأن يُصبح الجهد (   ) فولت و التيار (   ) أمبير.

و سجل تلك القيم بالنسبة لدرجات المقاومة العشرة.

قم بعكس قطبي البطارية و بعد ذلك كرر خطوات القياس السابقة ذاتها .

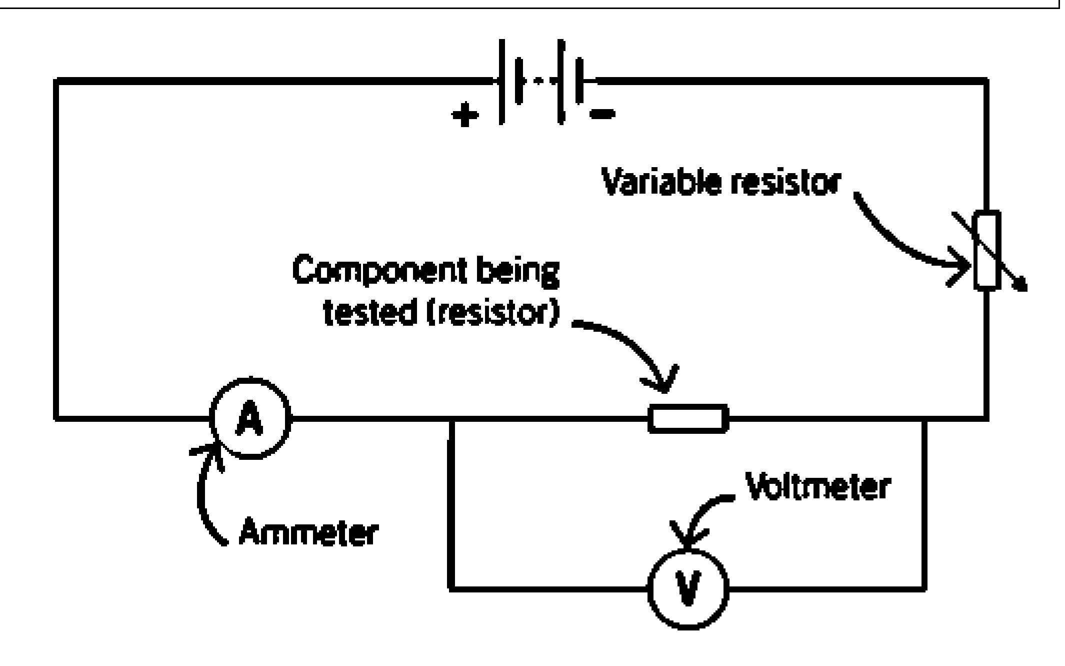
يجب أن تحصل على قراءات سلبية.

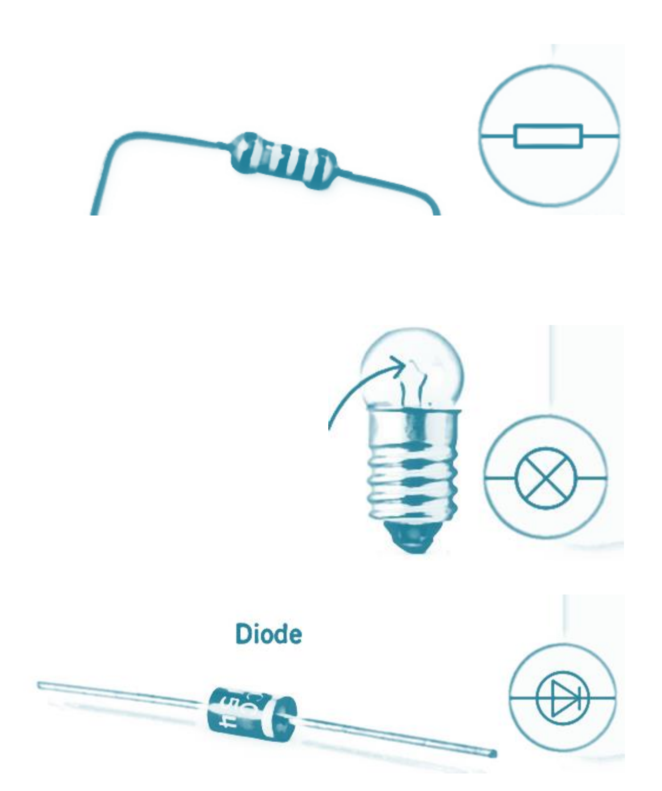
الآن نكرر خطوات القياس السابقة الإيجابية (دون عكس قطبي البطارية) و السلبية (التي نجريها بعد عكس قطبي البطارية) جميعها و لكن بعد وضع مصباحٍ ثم دايود بدلاً من المقاومة الثابتة في الدارة.

إن التجربة السابقة تُبين لنا بأن المقاومة ثابتةٌ لا تتغير إذا تغير اتجاه التيار كما يحدث عندما نعكس قطبي البطارية و لهذا السبب فإن المقاومة عنصرٌ لا قطبي (غير قُطبي) أي ليس لها قطبٌ سالبٌ و قطبٌ موجب و لذلك يُمكن تركيبها في الدارة بأي اتجاه دون مراعاةٍ للقطبية و لهذا السبب نفسه توصف المقاومة بأنها موصلٌ أومي ohmic conductor لأن مقاومتها تظل ثابتةً و قابلةً للتوقع عند كل جهدٍ و تيار، بينما نلاحظ بأن المصباح ذو السلك المتوهج يتميز بمقاومةٍ غير ثابتة و لا يمكن التنبؤ بها حيث تزداد مقاومته عند ارتفاع درجة حرارته الناتجة عن مرور جهودٍ و تياراتٍ مرتفعةٍ من خلاله ذلك أن اهتزاز ذرات سلكه المتوهج يزداد نتيجة الحرارة و يمنع مرور الإلكترونات الحُرة.

و يوصف الدايود كذلك بأن مقاومته غير أومية لأنه يسمح للتيار الكهربائي بالمرور عبره في اتجاهٍ واحدٍ فقط و لا يسمح بمروره في الاتجاه الآخر، حيث تكون مقاومته عاليةً جداً بأحد اتجاهيه بينما تكون منخفضةً جداً في الاتجاه الآخر.

تكون مقاومة الدايود ثابتةً تقريباً عند جهدٍ أعلى من 0.7 V فولت و هو المقدار الذي يقتطعه الدايود لنفسه.



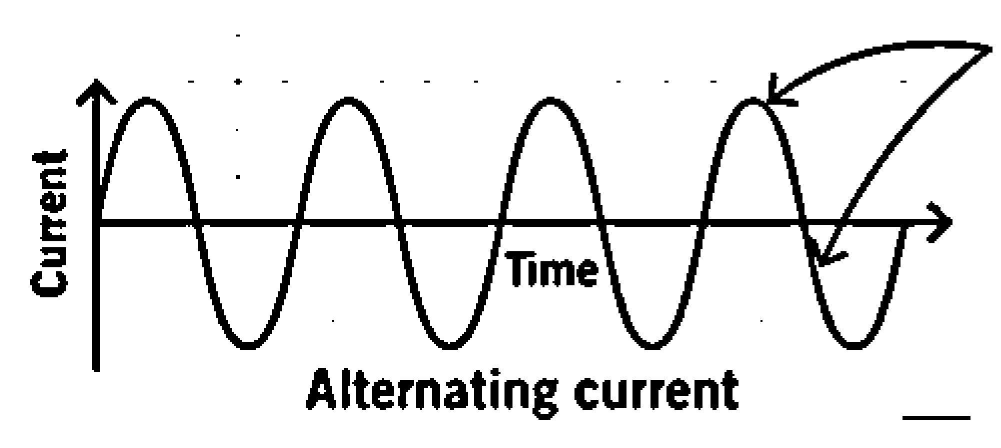


تُستخدم الدايودات في تقويم التيار الكهربائي العشوائي المتناوب و تحويله إلى تيارٍ كهربائيٍ مستمرٍ مُنتظم.

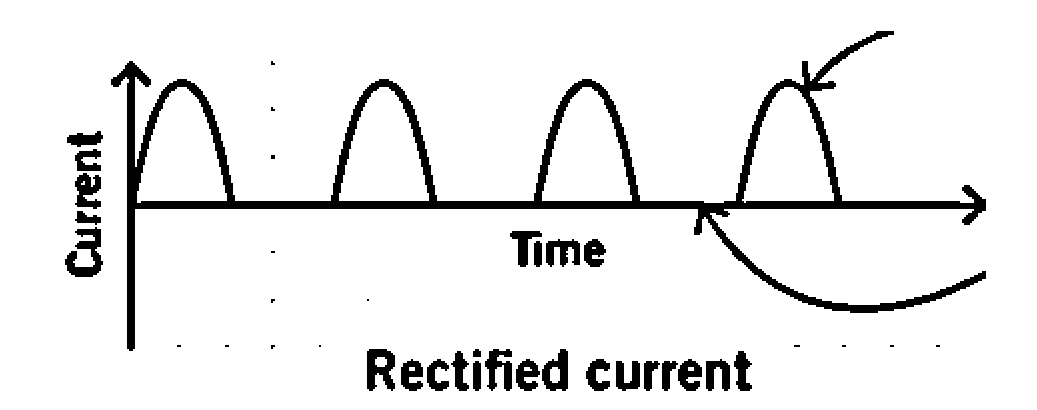
يُبين الشكل الاختلاف ما بين موجة التيار المُتناوب و موجة التيار المقوم.

يتحرك التيار العشوائي المتناوب في كلا الاتجاهين: تحت الصفر(موجاتٍ سلبية) و فوق الصفر(موجاتٍ إيجابية).

موجة التيار العشوائي المتناوب :



و لكن بعد تقويم التيار المتناوب باستخدام دايود فإنه يتحرك في اتجاهٍ واحدٍ فقط :



قام الدايود باقتطاع الموجة السلبية (التي تقع تحت مستوى خط الصفر).

عندما يتغير اتجاه الجهد أي عندما تتغير قطبية الجهد من قطبية موجبة إلى قطبية سالبة أو من قطبيةٍ سالبة إلى قطبيةٍ موجبة فإن مقاومة الدايود المرتفعة تمنعه من المرور.

الاستطاعة Power

الاستطاعة الكهربائية هي مقدار الطاقة التي تنتقل في كل ثانية و هي تُقاس بوحدة الواط Watt.

ترتبط الاستطاعة الكهربائية بعاملي الجهد(الفولت) و شدة التيار(الأمبير).

لا تتضمن معادلة الاستطاعة عامل زمن لأن عامل الزمن متضمنٌ في التيار حيث أن التيار يُمثل معدل تدفق الشحنة الكهربائية في الثانية الواحدة.

power (W) = current (A) × voltage (V)

الاستطاعة (بالواط) تساوي شدة التيار(أمبير) ضرب الجهد(فولت).

معادلة حساب الاستطاعة WAV (واف) عملية ضرب – لأن الاستطاعة غالباً ما تكون رقماً عالياً.

W=A×V

الاستطاعة(واط)=شدة التيار(أمبير)×الجهد (فولت).

و إذا دمجنا معادلة حساب الاستطاعة (واف- ضرب) WAV مع صيغة حساب الجهد في قانون أوم (فاو) ضرب :

VAO

$V=A\times O$

فإننا نحصل على معادلتين جديدتين الأولى تستخدم في حساب الاستطاعة من الجهد و المقاومة :

الاستطاعة =مربع الجهد\ المقاومة

$W=V^2\div O$

$W=V^2\backslash O$

دابل يو في تو أو (في مرفوعة للقوة الثانية) عملية قسمة.

WAV

$W=A\times V$

الاستطاعة=التيار(الأمبير)× الجهد(فولت).

الاستطاعة=شدة التيار(أمبير)×الجهد(فولت)

$W=A\times V$

WAV (واف-ضرب)



تقاس الاستطاعة الكهربائية بالواط w a t t s (W) .

كل واحد وات يساوي واحد جول j o u l e من الطاقة يتم نقله في ثانيةٍ واحدة.

إذاً فإن الوات الواحد يساوي جول واحد في الثانية.

1W=1 J/S

يمكن حساب الاستطاعة باستخدام أي واحدة من هذه المعادلات الثلاثة:

الاستطاعة (وات)=التيار(أمبير) ×الجهد

WAV واف (عملية ضرب)

W=A×V

الاستطاعة(وات)=التيار مرفوعاً للقوة الثانية A^2× المقاومة .

المعادلة الثالثة:

الاستطاعة=الجهد مرفوعاً للقوة الثانية مقسوماً على المقاومة.

$W=V^2/O$

WV^2O دابل يو في تو أو (قسمة)

يستمد مصباحٌ تغذيته من بطارية يبلغ جهدها 6 V فولت و يبلغ التيار الذي يمر عبر المصباح 300 mA ميلي أمبير .

ما هي استطاعة هذا المصباح؟

ماهي مقاومة هذا المصباح؟

حساب استطاعة المصباح:

الاستطاعة = التيار × الجهد

WAV واف (عملية ضرب)

W=A×V

تبلغ شدة تيار المصباح 300mA ميلي أمبير ، و لكن معادلة حساب الاستطاعة قد أعطيت بوحدة الأمبير و ليس بوحدة الميلي أمبير و كما تعلمون فإنه في جميع المعادلات و العلاقات الفيزيائية يجب الالتزام بالوحدة المعطاة في المعادلة و إلا فإن الإجابة ستكون خاطئة .

فإذا وضعنا 300mA كما هي في المعادلة فإن هذه المعادلة سوف تعتبر بأن 300mA هي 300A أمبير و ليس 300mA ميلي أمبير و بما أن الأمبير الواحد يساوي 1000 mA ميلي أمبير فإن 300mA ميلي أمبير تساوي:

300mA/1000=0.3A

300 mA ميلي أمبير تساوي 3 بالعشرة من الأمبير 0.3A.

و الآن أصبح بإمكاننا استخدام معادلة حساب الاستطاعة و تعويض الرموز بالقيم الرقمية:

W=A×V

الاستطاعة=شدة التيار (أمبير)× الجهد(فولت)

W=0.3 A×6 V =1.8 W

إذاً فإن استطاعة المصباح تبلغ 1.8 W وات.

المطلوب الثاني –حساب المقاومة.

معادلة حساب المقاومة (أوفا) عملية قسمة OVA

O=V/A

O=6 V/0.3 A

6/0.3=20 Ω

مقاومة المصباح تبلغ 20 Ω أوم.

نقل الطاقة

معادلة نقل الطاقة

J = W × S

إج- دبل يو- إس JWS (عملية ضرب)

الطاقة =الاستطاعة ×الزمن

الطاقة(جول)=الشحنة(كولوم)×الجهد(فولت)

إج سي في JCV (عملية ضرب)

.J = C× V



الطاقة(جول)=التيار(أمبير)×الجهد(فولت) ×الزمن (ثانية)

J=A×V×S

إج آ في إس JAVS (عملية ضرب)

و بما أن الاستطاعة(وات) تساوي الجهد(فولت) × شدة التيار(أمبير) فإن الطاقة (جول) تساوي الاستطاعة (وات) × الزمن(بالثانية) :

J=W×S

تقاس الطاقة المنقولة بوحدة الجول J بينما يُقاس الزمن بالثانية :

energy (J) = power (W) × time (s)

جوس JWS (علاقة ضرب)

الطاقة (جول) =الاستطاعة(وات)×الزمن(ثانية)



energy (J) = charg e (C) × voltage (V)

الطاقة (جول) × الشحنة(كولوم)×الجهد(فولت)

J = C × V

إج سي في

و بالطبع فإن الشحنة مقاسةً بالكولوم تساوي شدة التيار (أمبير) التي تتدفق في ثانيةٍ واحدة و هذا يعني بأن العلاقة :

energy (J) = charg e (C) × voltage (V)

الطاقة (جول) × الشحنة(كولوم)×الجهد(فولت)

تكافئ بشكلٍ كلي العلاقة :

الطاقة(جول)=التيار(أمبير)×الجهد(فولت) ×الزمن (ثانية)

J=A×V×S



كما مر معنا سابقاً فإن الاستطاعة (وات) =التيار(أمبير)×الجهد(فولت).

W=A×V

واف WAV(علاقة ضرب)

و كما تذكرون فإن الجول الواحد يساوي وات واحد في الثانية و لذلك فإن :

energy = power × time

الطاقة(جول)=الاستطاعة(وات)×الزمن (ثانية)

J=W×S

جوس JWS(ضرب)

الآن إذا جمعنا هاتين المعادلتين مع بعضهما البعض:

W=A×V

J=W×S

فإننا نحصل على العلاقة التالية:

energy (J) = current (A) × voltag e (V) × time (s)

الطاقة (جول)= التيار (أمبير)×الجهد(فولت)×الزمن(ثانية).

J = A × V × S

JAVS جافس (علاقة ضرب)

و بذلك فإنك لن تنس أبداً العلاقة بين هذه العناصر.

يستغرق فرن تبلغ استطاعته 3 كيلو وات 30 دقيقة حتى يطهو طعاماً ما على جهدٍ يبلغ 230 V فولت .

احسب مقدار الطاقة التي تم نقلها خلال تلك المدة.

بما أن معادلة حساب الاستطاعة مُعطاةُ بوحدة الكيلو وات و ليس بوحدة الوات فيجب علينا تحويل 3KW كيلو وات إلى وات .

بما أن كل واحد كيلو وات يتألف من 1000 W وات فإن 3KW تساوي :

3×1000=3000W

و بما أن الزمن في هذه المعادلة مُعطىً بالدقيقة و ليس بالثانية فإنه يتوجب علينا أن نقوم بتحويل الدقائق إلى ثواني :

30 دقيقة تساوي 1800 ثانية

$30\times60=1800$ s

الآن نستخدم معادلة حساب الطاقة (جوس) JWS

$J=W\times S$

الطاقة(جول)=الاستطاعة(وات)×الزمن(ثانية).

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة:

$J=3000W\times1800s$

$3000W\times1800s=5400000J$

5400000 جول هي مقدار الطاقة المنقولة.

الطلب الثاني

احسب المقدار الكلي للشحنة

لحساب الشحنة فإننا نستخدم المعادلة :

الطاقة (جول)=الشحنة(كولوم) ×الجهد(فولت)

إج سي في JCV(علاقة ضرب)

$J=C\times V$

كما هي حال أي عملية ضرب فإن بإمكاننا أن نقسم نتيجة عملية الضرب على أيٍ من طرفيها لنحصل على الطرف الآخر و لذلك فإن بإمكاننا تحويل علاقة الضرب في المعادلة:

إج سي في JCV(علاقة ضرب)

$J=C\times V$

لتصبح عملية قسمة بحيث نقسم النتيجة على الطرف المعلوم لنحصل على المجهول الذي هو الشحنة فنكتب:

$C=J/V$

الشحنة (كولوم) =الطاقة(جول)\الجهد(فولت)

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة:

C=J/V

C=5400000J/230V

5400000J/230V=23478C

23478C كولوم هو مقدار الشحنة.

الطلب الثالث حساب التيار

كما تعلمون فإن الاستطاعة (وات) تساوي شدة التيار(أمبير) ضرب الجهد(فولت) و فق العلاقة WAV واف (علاقة ضرب).

كما أن الطاقة(جول) تساوي شدة التيار(أمبير) ضرب الجهد(فولت) ضرب الزمن(ثانية)

J=A×V×S

جافس (علاقة ضرب)

و لكن من الأفضل دائماً أن نختار أسهل الطرق و أبسطها تجنباً لإضاعة الوقت و الأخطاء و لذلك فإننا سوف نستخدم المعادلة البسيطة:

الاستطاعة (وات) تساوي شدة التيار(أمبير) ضرب الجهد(فولت) و فق العلاقة WAV واف (علاقة ضرب).

W=A×V

نقسم نتيجة عملية الضرب على أيٍ من طرفيها لنحصل على الطرف الآخر و لذلك فإن بإمكاننا تحويل علاقة الضرب في المعادلة W=A×V

لتصبح عملية قسمة بحيث نقسم النتيجة على الطرف المعلوم لنحصل على المجهول الذي هو شدة التيار(أمبير) فنكتب:

W/V=A

الاستطاعة(وات) تقسيم الجهد(فولت)=شدة التيار (أمبير)

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة:

3000W/230V=13A

13A أمبير تقريباً هي قيمة التيار.

ماذا لو كانت عملية الضرب تتضمن ثلاثة عناصر بينها عنصرٌ مجهول؟

عندها يُمكننا معرفة العنصر المجهول عن طريق قسمة ناتج عملية الضرب على حاصل ضرب العنصرين المعلومين الآخرين .

مثال :

ستقوم بحساب التيار الكهربائي باستخدام الصيغة جافس JAVS(عملية ضرب) :

J=A×V×S

الطاقة المنقولة(جول) = التيار(أمبير)×الجهد(فولت)×الزمن(ثانية)

العنصر المجهول هو شدة التيار(الأمبير) A و سوف نقوم بحساب قيمته من خلال قسمة نتيجة عملية الضرب (جول) J أي مقدار الطاقة المنقولة على حاصل ضرب العنصرين المعلومين الآخرين :

$$A=\frac{J}{V\times S}$$

$$\text{قيمة التيار}A=\frac{\text{الطاقة المنقولة}J}{\text{الجهد}V\times S\text{الزمن}}$$

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة :

$$\text{قيمة التيار}A=\frac{5400000J}{230V\times1800s}$$

=

$$13A=\frac{5400000}{414000}$$

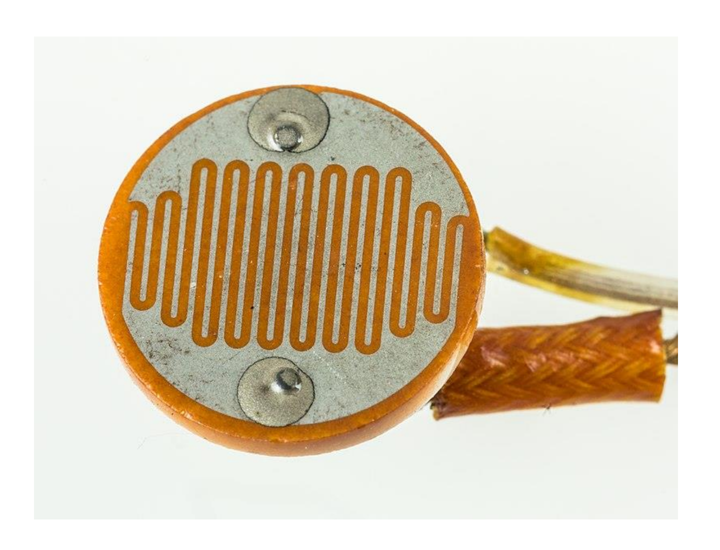
أي أن قيمة التيار الذي يمر في الفرن تبلغ 13A أمبير.

قيمة التيار بالتحديد في كلا العمليتين متماثلةً تماماً و هي تبلغ تحديداً :

13.04347826086957A أمبير

المقاومة الضوئية ORP12 Light-dependent resistor

LDR

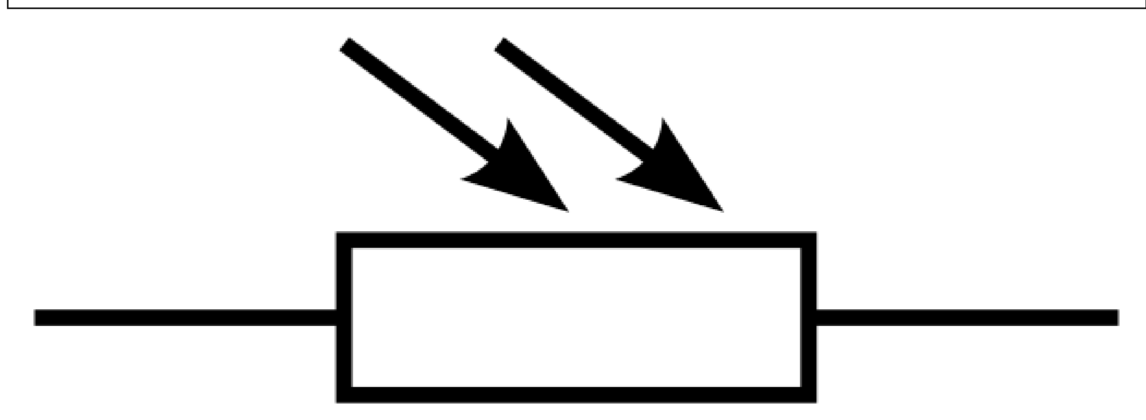


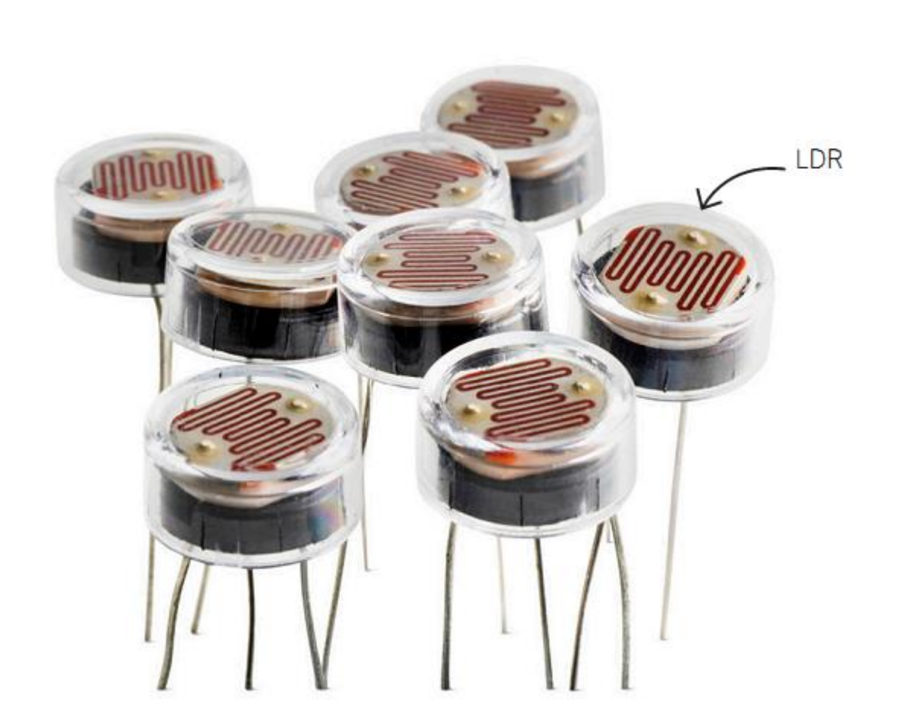
تتميز المقاومة الضوئية بأن قيمة مقاومتها تكون مرتفعةً في الظلام بينما تكون مُنخفضةً في الضوء الشديد و تستخدم المقاومة الضوئية كزر تشغيل يتولى تشغيل و إغلاق الدارة وفقاً لدرجة الإضاءة حيث تُستخدم المقاومة الضوئية مثلاً في تشغيل مصابيح الإنارة عندما تغيب الشمس و إطفاء المصابيح عند شروق الشمس.

تنخفض قيمة المقاومات الضوئية كلما تعرضت لمقدارٍ أكبر من الضوء لأن المقاومة الضوئية تصنع من مادةٍ شبه موصلة تقوم بإطلاق إلكترونات عند تعرضها للضوء أي أنها تقوم بتوليد تيارٍ كهربائي عند تعرضها للضوء و بما أن هنالك علاقة عكسية بين التيار و المقاومة فإن مقاومة تلك المادة شبه الموصلة تنخفض كلما تعرضت لمزيدٍ من الضوء و أطلقت المزيد من الإلكترونات و أنتجت مقداراً أكبر من التيار الكهربائي.

تتم صناعة المقاومات الضوئية من مواد شبه موصلة للتيار الكهربائي و عندما تتعرض المادة شبه الموصلة للضوء تتحرر الإلكترونات من ذراتها بصورةٍ تتناسب مع شدة الضوء الذي تتعرض له و هذه الإلكترونات تشكل تياراً كهربائياً و كما تعلمون فإن هنالك علاقةٌ عكسية ما بين التيار و المقاومة أي أنه كلما ازداد التيار انخفضت المقاومة و العكس صحيح أي أنه كلما ازدادت المقاومة انخفض التيار و بالتالي فإن تشكل تيارٍ كهربائي يؤدي إلى انخفاض المقاومة.

ففي الظلام تبلغ مقاومة المقاومة الضوئية قيمةً هائلة (مليون أوم) 1000000Ω غير أن مقاومتها العالية تلك تنهار بمجرد تعرضها للضوء لتصل إلى بضعة مئاتٍ من الأوم و ذلك حسب شدة الضوء الذي تعرضت له.

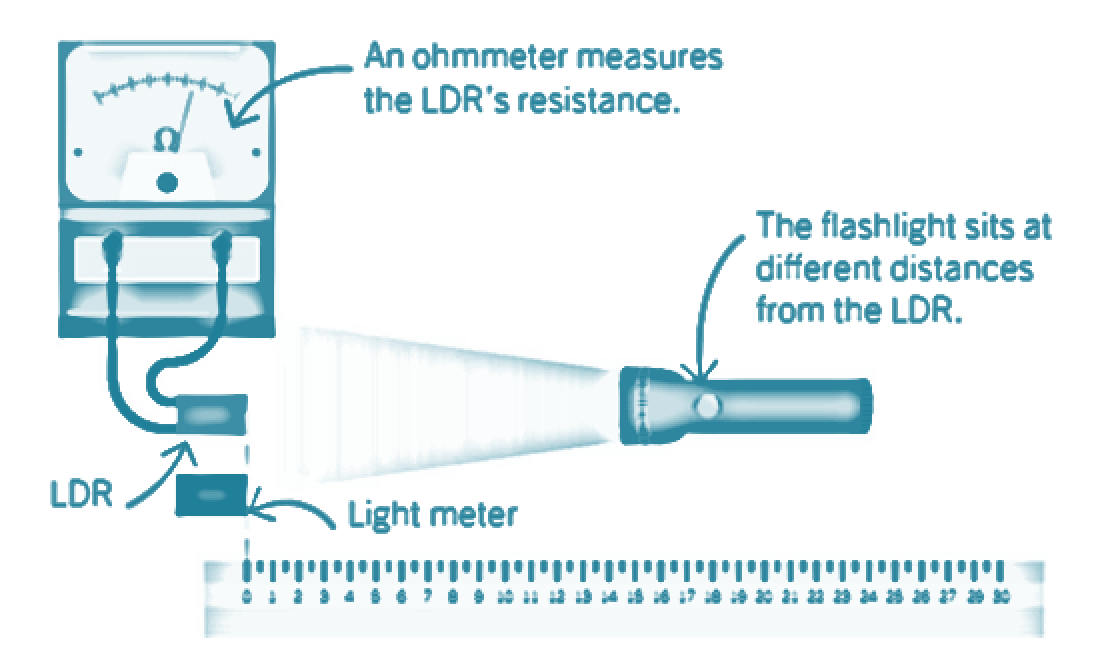




اختبار المقاومة الضوئية

يمكن اختبار المقاومة الضوئية في حجرة مظلمة تماماً باستخدام مقياس أوم Ω و ضوء كشاف. نقوم بوصلة المقاومة الضوئية بمقياس أوم.

نقوم بخفض و رفع شدة إضاءة المصباح أو نقوم بتقريبها و إبعادها عن المقاومة الضوئية و نلاحظ تجاوب المقاومة الضوئية مع تغير شدة الإضاءة عن طريق القراءة التي يُظهرها المقياس.



المقاومات الحرارية Thermistors

المقاومات الحرارية هي مقاوماتٌ تتغير قيمتها عندما تتعرض للحرارة.

تستخدم المقاومات الحرارية في ضبط درجة الحرارة في التجهيزات المختلفة.

تُصنع المقاومات الحرارية من أشباه موصلات و هذه المواد شبه الموصلة تقوم بتحرير مقدارٍ أكبر من الإلكترونات كلما ارتفعت درجة الحرارة التي تتعرض ها ، و كلما ارتفعت درجة الحرارة التي تتعرض لها تلك المقاومات ازداد تحرير المادة شبه الموصلة للإلكترونات الحرة و بالتالي ارتفع التيار الكهربائي و هو ما يؤدي إلى خفض المقاومة لأن هنالك علاقةٌ عكسية ما بين التيار و المقاومة ، و لذلك فإنه كلما ارتفعت درجة الحرارة انخفضت المقاومة.



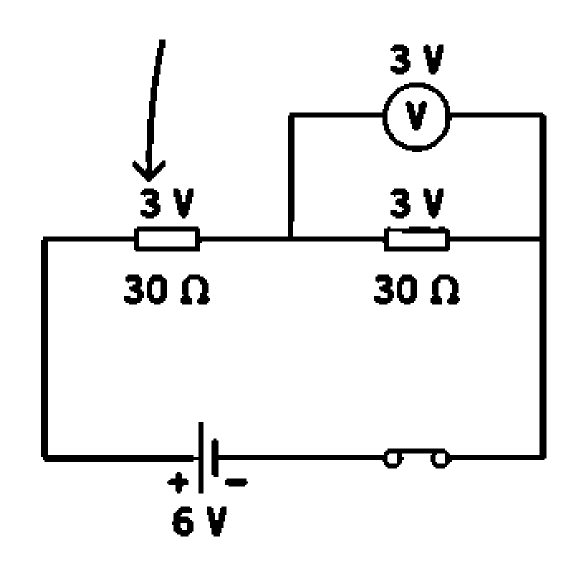
يتم دائماً وصل المقاومة الضوئية أو المقاومة الحرارية على التسلسل(التوالي) مع مقاومةٍ أخرى عادية و ذلك لتشكيل مُقسم جهد potential divider و ذلك للتحكم بمقدار الجهد(الفولت) الذي تتم تغذية الدارة به حيث يستخدم ذلك الجهد في تشغيل ريليه تقوم بدورها بتشغيل مكونٍ آخر ذو استهلاكٍ كبيرٍ للطاقة .

غالباً ما تكون مُقسمات الجهد Potential dividers جزءاً هاماً من دارات التحسس مثل دارات تحسس الضوء أو دارات تحسس الحرارة و يتألف مُقسم الجهد من مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل حيث تتمثل مهمتهما في ضبط مقدار الجهد الذي تتم تغذية فرعٍ متصلٍ على التوازي من تلك الدارة، ذلك أن التيار الكهربائي الذي تُنتجه المادة شبه الموصلة في المقاومة الضوئية أو المقاومة الحرارية لا يكفي أبداً لتشغيل أي عنصرٍ أو دارة و لذلك يتم وصل المقاومات الضوئية و الحرارية على التسلسل مع مقاومةٍ ثابتة بمصدر جهد(بطارية مثلاً) لتأمين تغذية العنصر الذي تريد التحكم به عن طريق المقاومة الضوئية أو الحرارية ، كما أن تغير درجة المقاومة في المقاومتين الضوئية و الحرارية تبعاً لدرجة الإضاءة أو الحرارة و تغير الجهد الخارج من مقسم الجهد تبعاً لذلك كما مر معنا سابقاً في بحث مقسم الجهد يُمكننا من التحكم في درجة تشغيل الإضاءة أو التكييف و ليس فقط في أن نجعله يعمل أو لا يعمل.

و مبدأ عمل مُقسم الجهد يتمثل في أن العناصر المتصلة مع بعضها البعض على التسلسل(التوالي) تقوم باقتسام الجهد و ذلك وفقاً لقيمة مقاومة تلك العناصر بينما يكون الجهد ثابتاً في جميع أجزاء الدارة المتوازية.

إن تغير قيمة مقاومة إحدى المقاومتين أو كلاهما يؤدي إلى تغير مقدار الجهد الذي يخرج من بينهما.

يخرج الجهد مقسماً ما بين المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل.

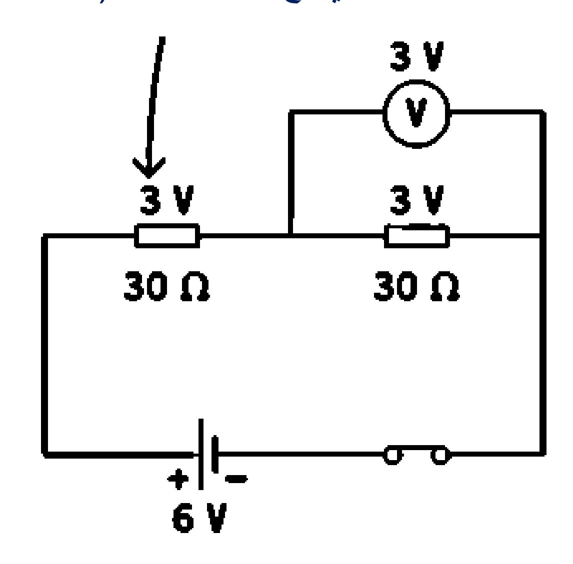


يتألف مقسم الجهد في الدارة السابقة من مقاومتين متماثلتين من حيث القيمة متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل حيث تبلغ قيمة كلٍ منهما 30Ω أوم .

و بما أن هاتين المقاومتين متماثلتين من حيث القيمة فإنهما تقومان باقتسام الجهد بينهما بالتساوي و بما أن جهد مصدر التغذية يبلغ 6V فولت فإن الجهد يخرج من بينهما مقسوماً بالتساوي :

6V/2=3V

في حالة مُقسم الجهد تكون المقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل بينما تكونان متصلتين على التوازي مع مصدر التغذية(البطارية).



و بحسبة أخرى فإن المقاومة الأولى المتصلة مع الخط الموجب تبلغ نسبتها من المقاومة الكلية 30/60Ω أوم أي 3/6 أي أنها سوف تقتطع لنفسها نسبةً مماثلة من الجهد أي أنها سوف تقتطع 3/6 من الجهد أي أنها سوف تقتطع لنفسها 3 V فولت من أصل 6V فولت و سوف تترك 3 V تخرج من مقسم الجهد.

تذكر دائماً :

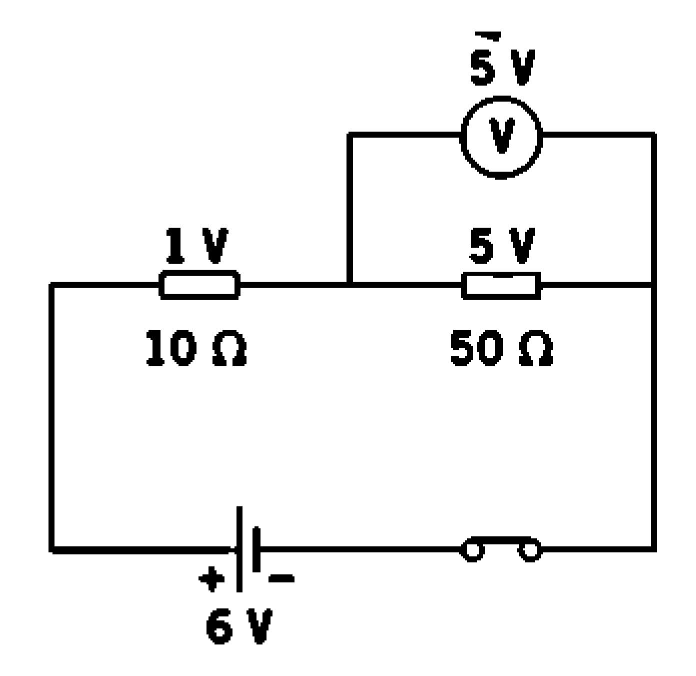
المقاومة المتصلة بالخط الموجب هي التي تحدد خرج مُقسم الجهد.

إذا علمنا جهد المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي) في مقسم الجهد فإن الجهد الخارج من مقسم الجهد يُساوي جهد المقاومة المتصلة مع الخط السالب(أرضي الدارة).

تقتسم المقاومتين جهد مصدر التغذية الذي يصل إليهما بنسبةٍ مماثلة للنسبة بين مجموع قيمتيهما بالأوم.

خرج مقسم الجهد هو ما يزيد عن ما تقتطعه المقاومة المتصلة بالخط الموجب لنفسها من إجمالي الجهد.

تقتطع المقاومة المتصلة بالخط الموجب من الجهد نسبةً مماثلة لنسبتها من مجموع قيمتي كلتا المقاومتين بالأوم.



يبلغ جهد البطارية 6 V فولت .

تبلغ قيمة المقاومة الأولى المتصلة مع القطب الموجب للدارة 10 Ω أوم .

تبلغ قيمة المقاومة الثانية المتصلة مع القطب السالب للدارة أو مصدر التغذية(البطارية) 50Ω أوم.

نسبة المقاومة العلوية (المتصلة بالقطب الموجب) إلى المقاومة الكلية لكلا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي نسبة ما سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب من إجمالي جهد الدارة(جهد مصدر التغذية).

قيمة المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب 10 Ω أوم

قيمة المقاومة السفلية 50 Ω أوم

المقاومة الكلية لكلنا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل :

10+50=60Ω

مقدار الجهد الذي سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب لنفسها (مجهول؟)

جهد الدارة (جهد مصدر التغذية) 6 V فولت.

$$\frac{\text{المقاومة العلوية}}{\text{المقاومة الكلية}} = \frac{\text{جهد المقاومة العلوية}}{\text{جهد الدارة}}$$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$$\frac{10}{50}=\frac{?}{6}=0.2=\frac{?}{6}=$$

10/50=0.2

0.2=?/6

0.2=?÷6

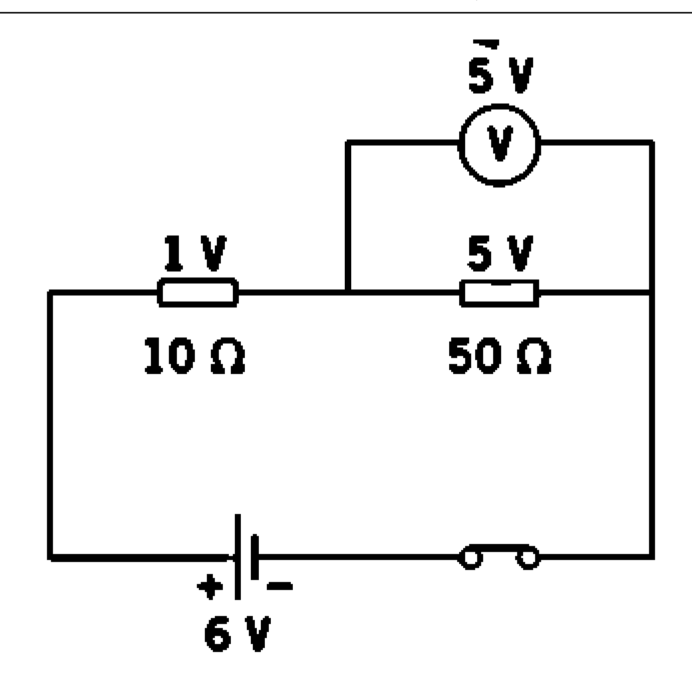
كما ترون فقد أصبحت لدينا عملية قسمة اعتيادية تحوي طرفين معلومين و طرفً مجهول.

لتحديد قيمة الطرف المجهول نقوم بضرب الطرفين المعلومين مع بعضهما البعض:

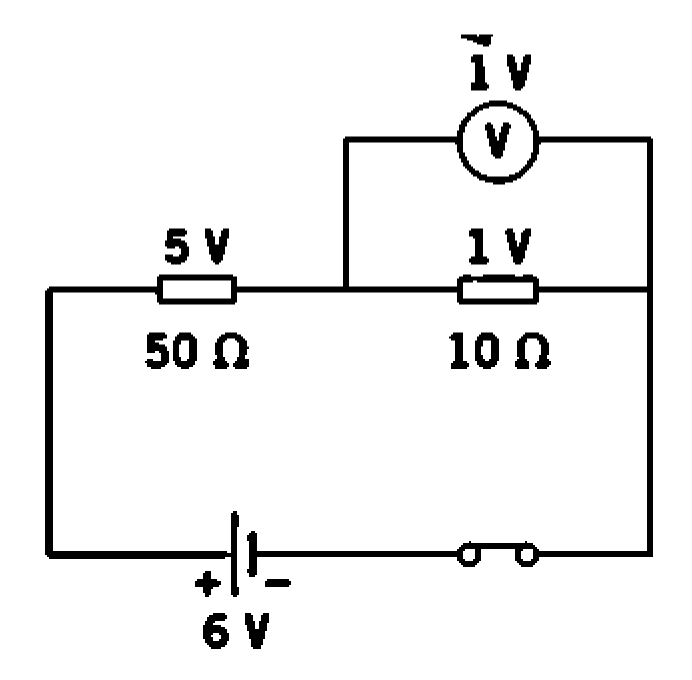
6×0.2=1.2

إذاً فإن المقاومة العلوية المتصلة بالخط الموجب سوف تقتطع 1.2 V *فولت من إجمالي الجهد البالغ 6 V* و سوف تقوم بتخريج *5 V* فولت تقريباً و هو الجهد الذي سوف يزيد عن حاجتها.

6-1.2=4. V أي *5 V* فولت تقريباً.



و لو أننا عكسنا الصورة فأصبحت قيمة المقاومة الأولى المتصلة مع الخط الموجب للدارة 50 Ω أوم بينما أصبحت قيمة المقاومة الثانية المتصلة مع الخط السالب (أرضي الدارة) 10Ω فإن مقسم الجهد سوف يخرج 1 V فولت واحد.



نسبة المقاومة العلوية (المتصلة بالقطب الموجب) إلى المقاومة الكلية لكلا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي نسبة ما سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب من إجمالي جهد الدارة(جهد مصدر التغذية).

قيمة المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب 50 Ω أوم

قيمة المقاومة السفلية 10 Ω أوم

المقاومة الكلية لكلنا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل :

10+50=60Ω

مقدار الجهد الذي سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب لنفسها (مجهول؟)

جهد الدارة (جهد مصدر التغذية) 6 V فولت.

$$\frac{\text{المقاومة العلوية}}{\text{المقاومة الكلية}} = \frac{\text{جهد المقاومة العلوية}}{\text{جهد الدارة}}$$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$$= \frac{?}{6} = 0.84 = \frac{?}{6} = \frac{50}{60}$$

50/60=0.84

0.84=?/6

0.84=?÷6

كما ترون فقد أصبحت لدينا عملية قسمة اعتيادية تحوي طرفين معلومين و طرفً مجهول.

لتحديد قيمة الطرف المجهول نقوم بضرب الطرفين المعلومين مع بعضهما البعض:

6×0.84=5

إذاً فإن المقاومة العلوية المتصلة بالخط الموجب سوف تقتطع لنفسها 5 V *فولت من إجمالي الجهد البالغ 6 V* و سوف تقوم بتخريج *1 V* فولت ً و هو الجهد الذي سوف يزيد عن حاجتها.

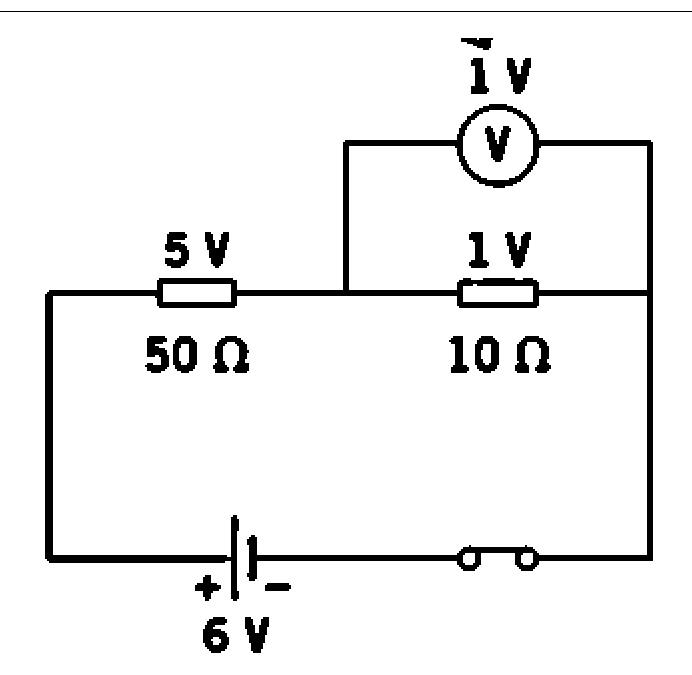
6-5=1 V

6 ناقص *5* يساوي واحد.

أي واحد فولت *1 V* فولت.

ناتج قسمة 50 *على* 60 *يبلغ على وجه الدقة*

0.83333333333333333333333333333333

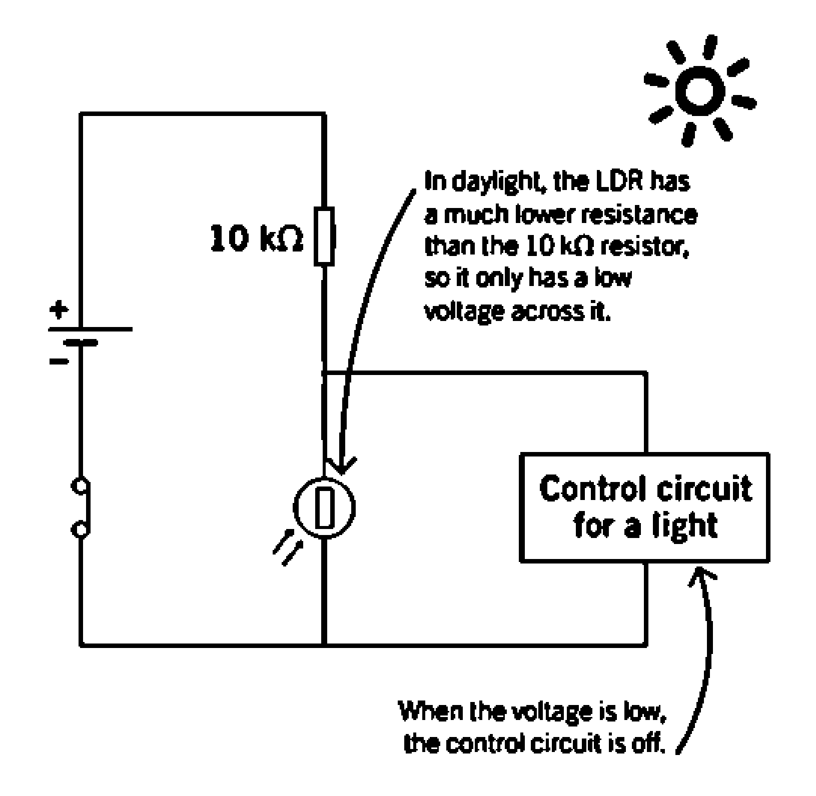


عندما يتم توصيل مقاومة حرارية أو مقاومة ضوئية مع مقاومة ثابتة على التسلسل لتشكيل مُقسم جهد potential divider فإن الجهد في الفرع المتوازي الذي يتحكم بجهده مُقسم الجهد سوف يتغير تبعاً للتغير في شدة الإضاءة أو درجة الحرارة و يمكن الاستفادة من هذا التغير في الجهد في تفعيل دارة التحكم التي تعمل عندما يرتفع الجهد أو ينخفض تحت مستوىً معين.

لا تقوم دارة التحكم بسحب التيار من دارة التحسس حيث يكون غالباًً لدى دارة التحكم مصدرٌ مختلفٌ للتغذية تستخدمه في تشغيل مكونٍ ذو استهلاكٍ مرتفع مثل سخان أو مروحة أو مصابيح إضاءة.

خلال ساعات النهار تتعرض المقاومة الضوئية للضوء و لذلك فإن شبه الموصل فيها يُطلق المزيد من الإلكترونات الحرة و هذه الإلكترونات الحرة تقوم بتشكيل تيارٍ كهربائي يؤدي بدوره إلى خفض مقاومة هذه المقاومة الضوئية لأن هنالك علاقة تناسبٍ عكسي ما بين التيار و المقاومة.

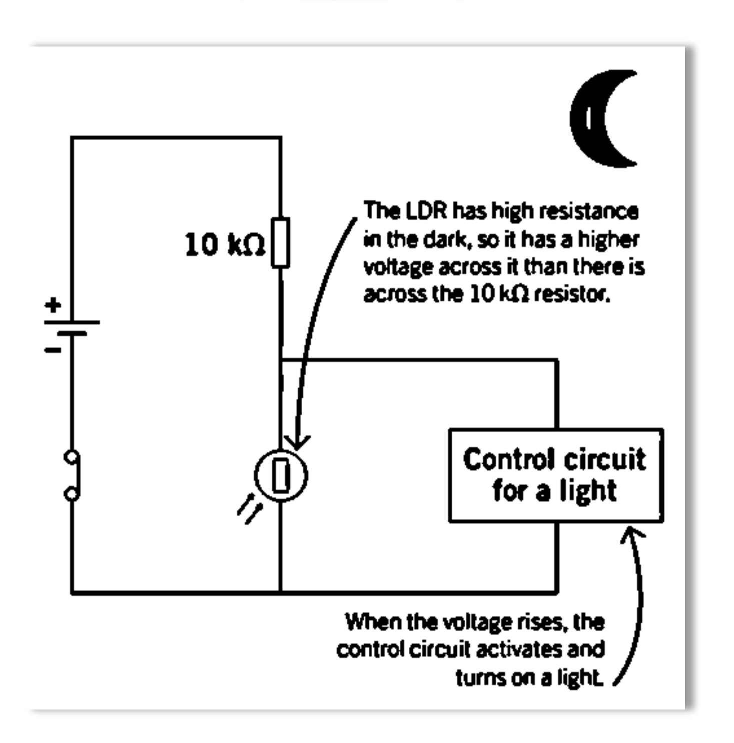
و سوف تنخفض مقاومة المقاومة الضوئية إلى ما دون 10KΩ كيلو أوم ، إي إلى ما دون المقاومة الثانية المتصلة معها على التسلسل و التي تبلغ مقاومتها 10KΩ كيلو أوم.



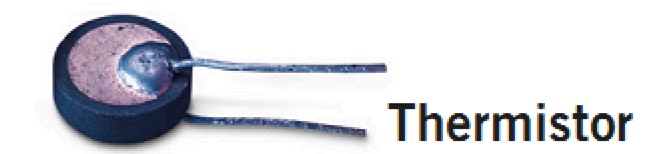
و بما أن المقاومة الثابتة 10KΩ كيلو أوم هي المقاومة المتصلة مع الخط الموجب للدارة و توصف كذلك بأنها المقاومة الأولى أو المقاومة العليا لأنها تكون متصلة مع الخط الموجب الذي غالباً ما يكون الخط العلوي في الدارة فإن هذه المقاومة هي التي سوف تحدد مقدار الجهد الذي سوف يخرج من مُقسم الجهد و بما أن مقاومة المقاومة الضوئية مُنخفضةٌ جداً بسبب تعرضها للضوء فإنها لن تقتطع إلا مقداراً ضئيلاً جداً من الجهد يتناسب مع نسبة مقاومتها إلى المقاومة الكلية و بالتالي فإن المقاومة العليا المتصلة بخط الدارة الموجب ستكون قيمة مقاومتها أكبر

بكثير و بذلك فإنها سوف تقتطع لنفسها معظم الجهد و لن تسمح بمرورٍ جهدٍ يكفي لتشغيل دارة التحكم بتشغيل الإضاءة و بالتالي لن يتم تشغيل الإضاءة.

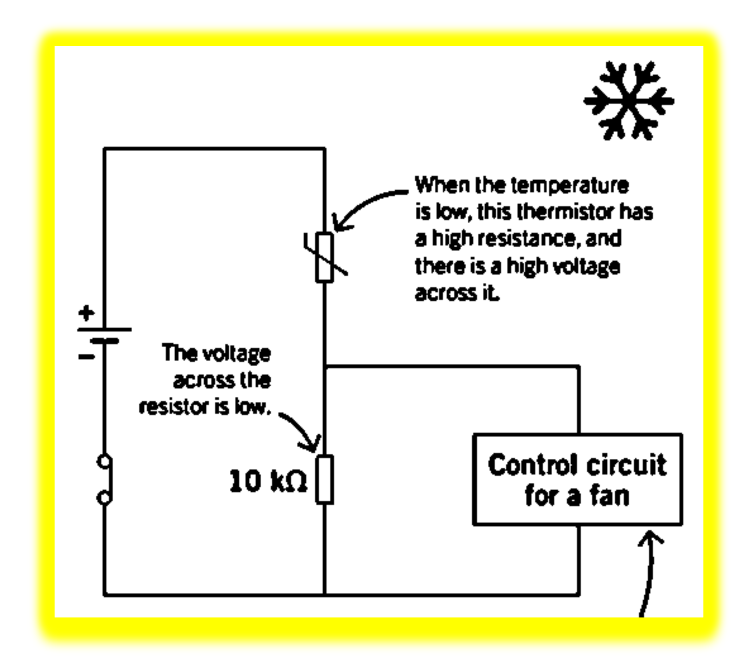
و عندما يهبط الظلام لا تتعرض المادة شبه الموصلة في المقاومة الضوئية لمقدارٍ كافي من الضوء و لذلك فإن إلكتروناتها تبقى مرتبطةً بذراتها و لا تتحرر و لا تقوم بتشكيل تيارٍ كهربائي يقوم بخفض مقاومتها و لذلك فإن مقاومتها تبقى مرتفعة بل إن مقاومتها تكون أعلى من 10KΩ كيلو أوم أي أن نسبتها من المقاومة الكلية ستكون أكبر و بالتالي فإن نسبة المقاومة المتصلة بالخط الموجب من المقاومة الكلية ستكون أقل و بما أن المقاومة المتصلة بالخط الموجب هي التي تُحدد مقدار الجهد الذي سوف يخرج من مُقسم الجهد و بما أنها تقتطع جزءاً من الجهد الكلي لمصدر التغذية يعادل نسبة مقاومتها إلى المقاومة الكلية و بما أن نسبة مقاومتها هي الأدنى بالنسبة للمقاومة الضوئية فإنها سوف تقتطع لنفسها مقداراً ضئيلاً من الجهد فقط و بذلك فإنها سوف تسمح لمقدارٍ كافٍ من الجهد بالخروج من مُقسم الجهد و تشغيل دارة التحكم التي سوف تقوم بدورها بتشغيل الإضاءة.



المقاومة الحرارية



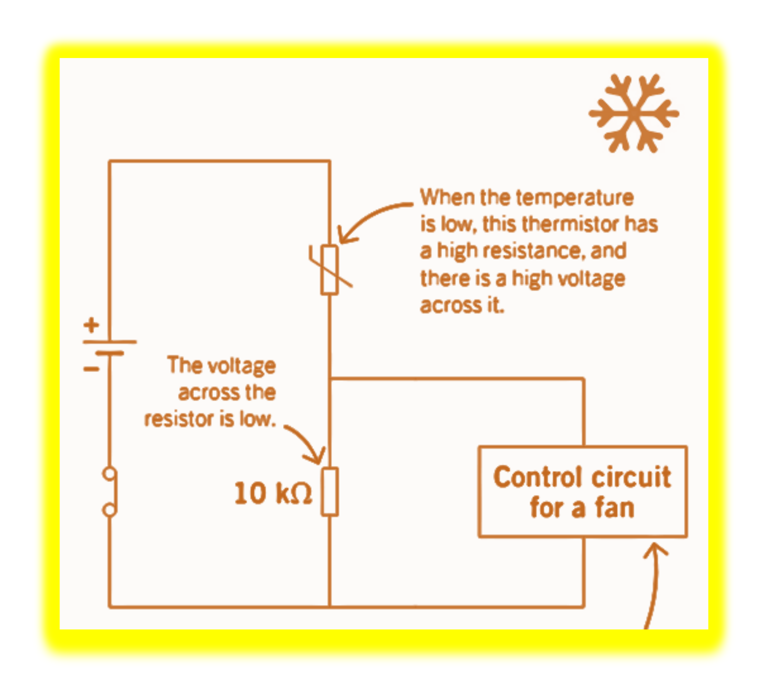
في الدارة التالية نجد مقسم جهد يتألف من مقاومة حرارية و مقاومة ثابتة و ذلك للتحكم بتفعيل دارة تحكم تتولى بدورها تشغيل و إيقاف تشغيل ثلاجة أو مكيف هواء و ذلك وفقاً للأوامر التي تأتيها من المقاومة الحرارية التي تتحسس درجة الحرارة.



عندما تكون الحرارة منخفضة لا تتعرض المادة شبه الموصلة للحرارة و بالتالي فإنها لا تقوم بإطلاق إلكتروناتها الحرة و بالتالي لا يتكون فيها أي تيارٍ كهربائي و لذلك فإن مقاومتها تبقى مرتفعة و أعلى من المقاومة الثابتة التي قيمتها 10KΩ كيلو أوم المُتصلة معها على التسلسل.

لاحظ بأنه قد تم وصل المقاومة الحرارية بطريقةٍ معاكسة لطريقة وصل المقاومة الضوئية حيث أننا قمنا بوصل المقاومة الحرارية مع الخط الموجب أي أنها هي التي سوف نُحدد مقدار الجهد الذي سوف يخرج من مُقسم الجهد.

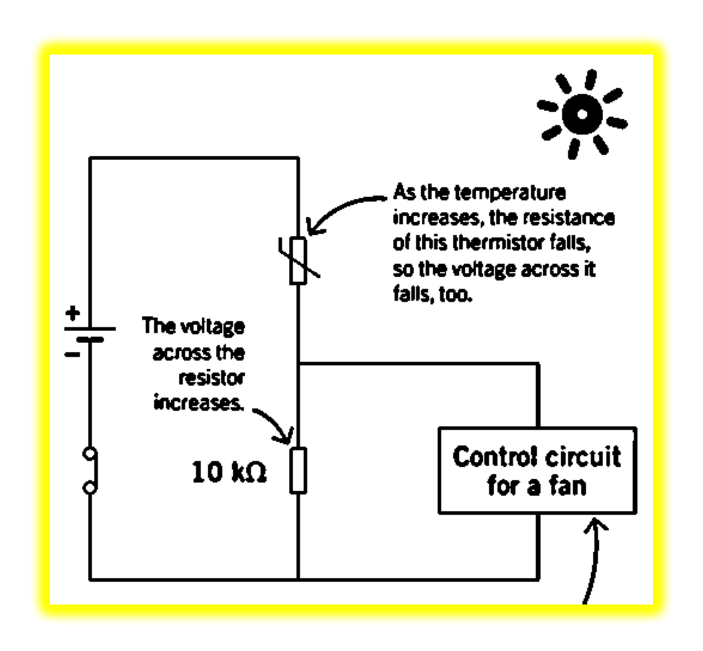
عندما لا تكون هنالك حرارة تكون مقاومة المقاومة الحرارية مرتفعة و بما أن المقاومتين المتصلتين على التسلسل في مقسم الجهد تقتسمان الجهد بشكلٍ يتناسبٍ مع قيمة مقاومة كلٍ منهما و بما أن المقاومة الحرارية هي المقاومة الأعلى و بما أنها هي المقاومة المتصلة مع الخط الموجب أي أنها هي التي تحدد خرج مُقسم الجهد فإنها سوف تقوم باقتطاع مُعظم الجهد و لن تسمح بوصول جهدٍ كافٍ لتشغيل وحدة التحكم التي تقوم بتشغيل المروحة و بالتالي فإن المروحة لن تعمل.



و عندما ترتفع درجة الحرارة فإن المادة شبه الموصلة الموجودة في المقاومة الحرارية تقوم بإطلاق المزيد من الإلكترونات الحرة و هذه الإلكترونات الحرة تشكل تياراً كهربائياً و هذا التيار الكهربائي يؤدي إلى خفض مقاومتها لأن هنالك علاقةٌ عكسية ما بين التيار و المقاومة .

إن مقاومة المقاومة الحرارية سوف تصبح أدنى من مقاومة المقاومة الثابتة المتصلة معها على التسلسل ، أي أن مقاومتها سوف تصبح أدنى من 10KΩ كيلو أوم .

و بما أن المقاومة الحرارية هي المتصلة مع الخط الموجب أي أنها هي التي تُحدد مقدار الجهد الخارج من مقسم الجهد و بما أن مقاومتها هي الأدنى فإنها سوف تسمح بمرور جهدٍ كافٍ لتشغيل وحدة التحكم بتشغيل المروحة أو مكيف الهواء.


As the temperature increases, the resistance of this thermistor falls, so the voltage across it falls, too.
The voltage across the resistor increases.
10 kΩ
Control circuit for a fan

التيار الكهربائي

يصنف التيار الكهربائي إلى تيارٍ متناوب a.c. و تيار مستمر d.c. و ذلك وفقاً لطريقة إنتاج ذلك التيار الكهربائي.

التيار في شبكات الكهرباء العامة هو تيارٌ متناوبa.c . بينما التيار الذي يخرج من البطارية و التيار الذي تعمل عليه الأجهزة الإلكترونية هو تيارٌ مستمر d.c.

يتحرك التيار المستمر d.cفي اتجاهٍ واحدٍ فقط بينما يعكس التيار المتناوب a.c اتجاهه بشكلٍ دائم.

جهد التيار المتناوب غير ثابت فهو جهدٌ دائم التقلب.

تنتج البطارية تياراً مستمراً (تيار مباشر) Direct current يتحرك في اتجاهٍ واحدٍ فقط ، كما أن التيار الذي تُنتجه البطارية يكون ذو جهدٍ ثابت .

تقوم المحولات و الشواحن و جسور التقويم بتحويل التيار المتناوب إلى تيارٍ مستمر يصلح لتشغيل الأجهزة الإلكترونية تنتج تياراً ذو جهدٍ متقلب غير أنه دائماً تيارٌ موجب كما أنه يتحرك دائماً في اتجاهٍ واحد.

تنتج محطات توليد الطاقة تياراً كهربائياً متناوباً و هو التيار الذي يسري في شبكات الكهرباء و المنازل .

يتقلب جهد التيار المتناوب من جهدٍ موجب إلى جهدٍ سالب بشكل دائم ما بين 50 و 60 مرة في الثانية و لذلك يوصف التيار المتناوب الذي يتقلب 50 مرة في الثانية بأن تردده يبلغ 50Hz هرتز بينما يوصف التيار المتناوب الذي يتقلب 60 مرة في الثانية بأن تردده يبلغ 60Hz هرتز

يغير التيار الذي يبلغ تردده 50Hz اتجاهه 100 مرة في الثانية بينما يغير التيار الذي يبلغ تردده 60Hz اتجاهه 120 مرة في الثانية الواحدة.

تعمل الأجهزة الكهربائية كالبراد و الغسالة و مكيف الهواء و المروحة و مصابيح الإضاءة و فرن الكهرباء على تيار الشبكة المتناوب مباشرةً بينما لا يمكن للأجهزة الإلكترونية أن تعمل على التيار المتردد مباشرةً و لذلك يتم تقويم التيار المتردد و تحويله إلى تيارٍ مستمر عن طريق دارة تغذية موجودة في بداية تلك الأجهزة .

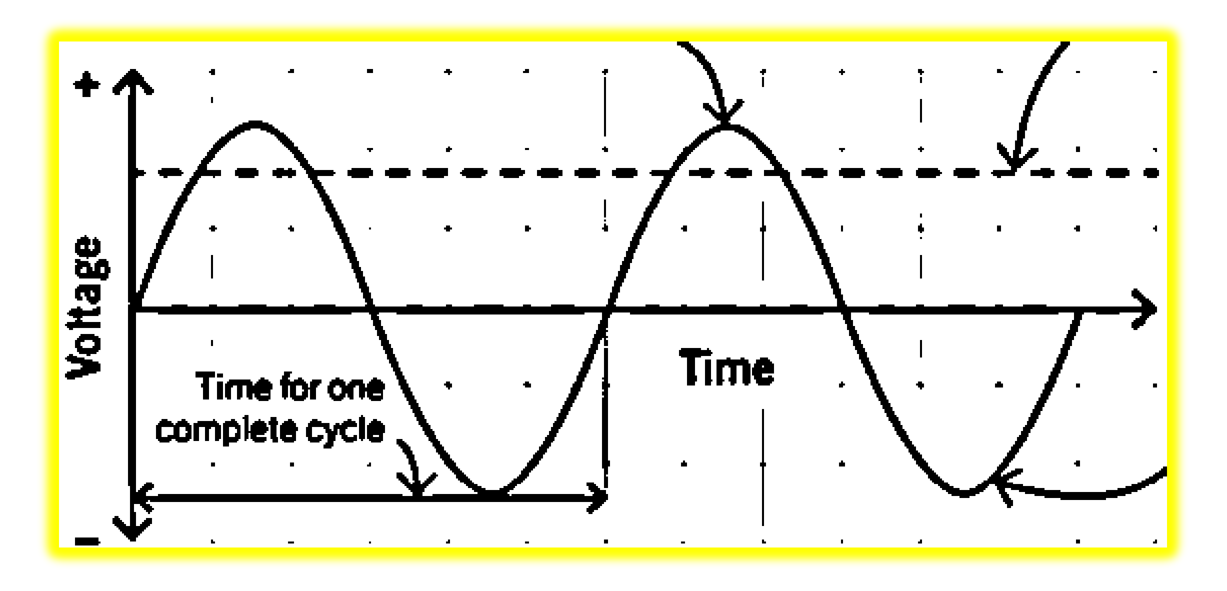
موجات التيار المتناوب

الخط الأوسط هو خط الصفر .

الموجة التي تصعد فوق خط الصفر هي موجة الجهد الموجبة.

الموجة التي تهبط تحت خط الصفر هي موجة الجهد السالبة.

يكون جهد التيار المتناوب موجباً في نصف الدورة العلوي بينما يكون سالباً في النصف السفلي.



تتألف الدورة الكاملة من دورات التيار المتناوب من نصف موجة موجبة و نصف دورة سالبة.

الخط المتقطع في أعلى المخطط يمثل القيمة الاسمية للتيار المتناوب.

التمديدات الكهربائية

علينا الانتباه إلى أن الخطوط في التمديدات الكهربائية المنزلية و الصناعية هي على أربعة أنواع و يجب أن لا نخلط أبداً بينها و هي :

خط الطاقة (الخط الساخن) و هو الخط الذي يحمل الطاقة .

خط الراجع : هو الخط الآخر (غير الخط الساخن) الذي يخرج من الجهاز الكهربائي و يعود إلى الخط المحايد لإكمال الدارة ، وعند فحص الخط الراجع الخط بمصباح فحص من الممكن جداً أن يضيئ المصباح لأن الخط الراجع يكون ملوثاً ببقايا التيار الكهربائي.

الخط المحايد و هو خطٌ سالب لا يحمل أي جهد أو تيار كهربائي .

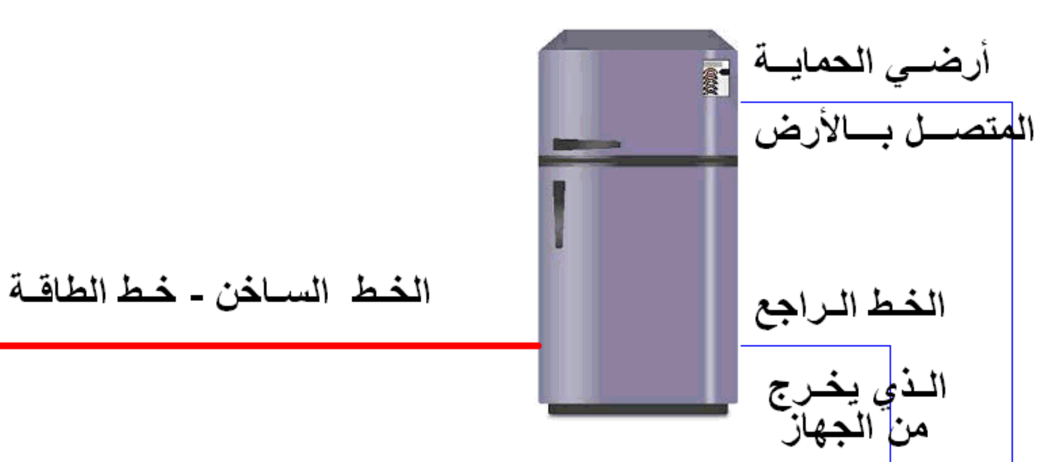
الخط الأرضي : هو الخط الذي يصل الهيكل المعدني للجهاز الكهربائي الذي يعمل على تيارٍ متناوبٍ بالأرض و ذلك ليقوم بتفريغ التيار الكهربائي في الأرض في حال حصول أي طارئ لأن التيار الكهربائي يتبع الطريق الأدنى مقاومة و بما أن الأرض مقاومتها للتيار أدنى من

مقاومة جسم الإنسان ،و لذلك فإنه في حال اتصال الخط الساخن بهيكل الجهاز المعدني فإنه سيقوم بتفريغ التيار الكهربائي في الأرض بدلاً من تفريغه في جسم الشخص الذي يلمس الهيكل.

في الدارات الإلكترونية يشار للخط السالب بأنه أرضي الدارة.

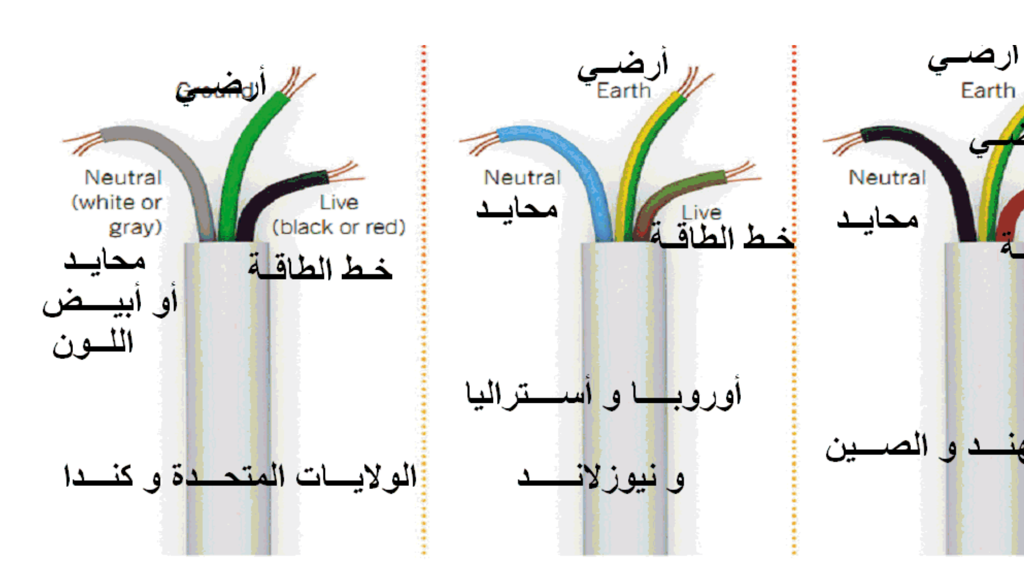
الخط الأرضي هو الخط الثالث الذي نجده في (فيشة) الأجهزة الكهربائية الأمريكية و الأوروبية.

يمكن للجهاز الكهربائي أن يعمل دون وصل خطه الأرضي و لكن لا يمكنه أن يعمل دون وصل خطه الراجع بالخط المحايد.





لا تعتمد أبداً على ألوان الأسلاك في تحديد طبيعة الخط ذلك أنها تختلف من دولةٍ لأخرى فالخط الأسود اللون هو خطٌ محايدٌ في الصين و الهند و في الأجهزة الصينية و الهندية و لكنه خطٌ ساخن في أوروبا و أستراليا و نيوزيلاند و الولايات المتحدة و كندا.



الذوابات (الفيوزات) Fuses و قواطع الدارة circuit breakers

تقاس كلٌّ من الذوابات (الفيوزات) و قواطع الدارة بوحدة الأمبير لأنها تقوم بقطع الدارة عند ارتفاع شدة تيار الدارة (الأمبير) عن الحد المسموح به منعاً لاحتراق الدارة .

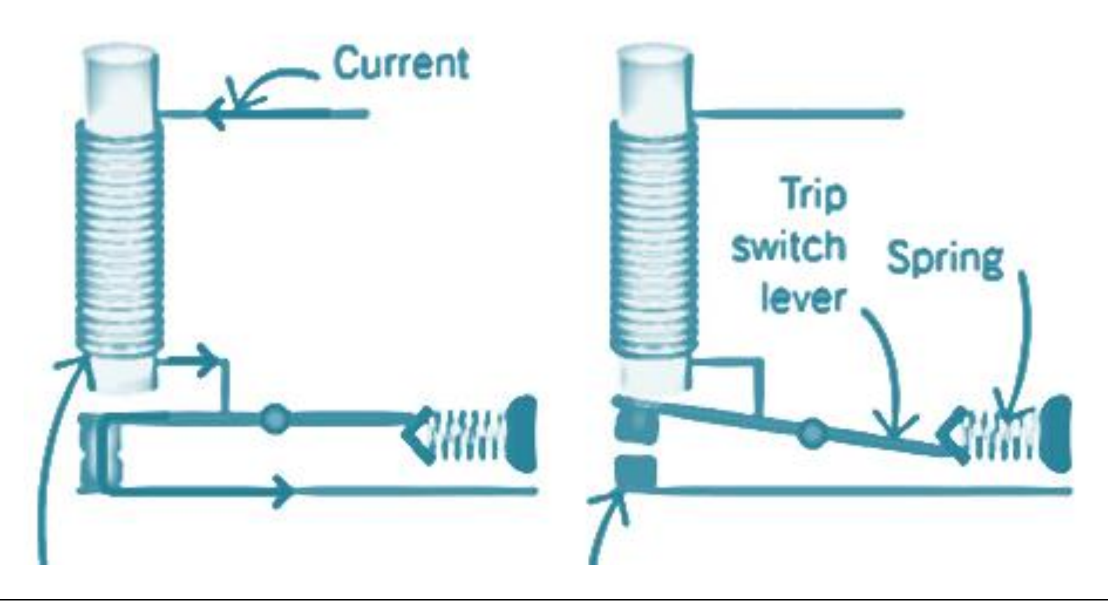
يتوجب اختيار كلاً من الذوابة (الفيوز) بدقة متناهية لأن أمبيرها إذا كان منخفضاً فإنها سوف تقطع التيار دون سبب و إذا كان أمبيرها عالياً فإنها لن تقطع الدارة حتى لو حدثت دارة قصر (شورت) فيها .

يجب اختيار أمبير كلٍ من الذوابة و قاطع الدارة بحيث يكون أعلى قليلاً من أعلى تيارٍ يعمل عليه الجهاز.

ذوابة السيارة – فيوز السيارة



يؤدي مرور تيارٍ أعلى من الحد المسموح به إلى ذوبان سلك الذوابة (الفيوز) مما يؤدي إلى قطع الدارة بينما يؤدي مرور تيارٍ أعلى من المسموح به إلى تشغيل مغناطيسٍ كهربائي في قاطع الدارة و هذا المغناطيس الكهربائي يجذب إليه عتلة تقوم بقطع التيار الكهربائي عن الدارة أو الجهاز و لا يمكن عندها إعادة التيار الكهربائي مجدداً طالما كان هنالك خللٌ في الدارة.



يتم تعيير المغناطيس الكهربائي في قاطع الدارة بحيث أنه لا يعمل إلا إذا مر فيه تيارٌ أكبر من التيار المسموح به.

لا يتم عادةً تأريض الأجهزة الكهربائية ذات الهياكل البلاستيكية كالتلفزيون ، و لكن يتم تأريض الأجهزة ذات الهياكل المعدنية كالغسالات و البرادات.

عند حدوث تلامسٍ غير طبيعي ما بين الخط الساخن و هيكل الغسالة أو البراد تحدث الصعقة الكهربائية إذا لمس شخصٌ ما الهيكل المعدني لأن الدارة الكهربائية تكتمل بالأرض عبر جسم ذلك الشخص.

و لكن في حال وجود وصلة تأريض ما بين الهيكل المعدني للجهاز و الأرض فإن الدارة الكهربائية تكتمل بالأرض مباشرة دون أن تمر عبر جسم الشخص الذي يلمس الهيكل المعدني لجهازٍ به دارة قصر (شورت) أي تلامس الخط الساخن بهيكل الجهاز لأن مقاومة جسم الإنسان أعلى من مقاومة الأرض و التيار الكهربائي يتبع دائماً المسار ذو المقاومة الأدنى .

يُقاس مقدار استهلاك دارة أو جهازٍ كهربائي ما للطاقة الكهربائية بوحدة الوات.

إذا كان هنالك جهازٌ ما يستهلك مثلاً 10 W عشرة وات فذلك يعني بأن ذلك الجهاز ينقل 10 J

(عشرة جول) من الطاقة في الثانية الواحدة.

حساب أمبير الذوابة(الفيوز) المناسب.

مجفف شعر يعمل على جهدٍ مقداره 230 V فولت و يستهلك 1800 W واط .

ما هو أمبير الذوابة (الفيوز) المناسب له؟

5A ,10A,15A

بما أن كلاً من قاطع الدارة و الذوابة هما مكونين يتعلقان بشدة التيار (الأمبير) فإننا نقوم بحساب أمبير مجفف الشعر هذا.

لحساب شدة التيار(الأمبير) فإننا نستخدم معادلة حساب الاستطاعة (واف) WAV (عملية ضرب) لأنها تتضمن قيمتين تتوفران لدينا و هما الاستطاعة و الجهد بينما تحوي قيمةً واحدة مجهولة و هي شدة التيار.

الاستطاعة (واط)=شدة التيار(أمبير)×الجهد(فولت).

W=A×V

كما هي حال أي عملية ضرب فإن بإمكاننا أن نحسب العنصر المجهول من خلال قسمة النتيجة على العنصر المعلوم ، أي أن بإمكاننا أن نحسب شدة التيار(الأمبير) من خلال قسمة النتيجة التي هي الاستطاعة W على الجهد V.

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة :

1800 W/230 V=7.8 A

إذاً فإن شدة تيار(أمبير) مجفف الشعر هذا يبلغ 7.8 A أمبير.

و كما ترون فإن لدينا ثلاثة خيارات هي :

5A ,10A,15A

و كما نعلم فإننا عند اختيار ذوابة(فيوز) أو قاطع دارة مناسب فإن علينا أن نختاره بأمبير ليس أدنى من أمبير الدارة أو الجهاز أو مساوٍ له و إلا فإنه سوف يقطع التيار دون سبب و ليس أعلى بكثير من أمبير الجهاز و إلا فإنه لن يقطع التيار الكهربائي مهما حدث و بذلك فإننا نستبعد الفيوز 5A لأنه أدنى من أمبير الجهاز الذي يبلغ 7.8 A لأن هذا الفيوز سوف يقطع التيار الكهربائي عن الجهاز بمجرد تشغيله كما سوف نستبعد الفيوز 15A أمبير لأنه أعلى بكثير من أمبير الجهاز و لذلك فإنه لن يقطع التيار الكهربائي مهما حدث و لذلك فإننا سوف نختار الأمبير 10A أمبير.

الواط أو الجول joule(واط في الثانية) هو وحدة قياسٍ للطاقة متدنيةً جداً و على سبيل المثال فإن غلي لتر واحد من الماء يتطلب أكثر من 340000 joules جول و لذلك تقاس الطاقة الكهربائية بوحدة الكيلو واط الساعي(kilowatt-hours (kWh :

يستهلك اللابتوب 30 KWh كيلو واط ساعي.

يستهلك فرن الميكرو ويف 60 KWh كيلو واط ساعي.

يستهلك التلفزيون 80 kWh كيلو واط ساعي.

تستهلك الغسالة الآلية نحو 170 kWh كيلو واط ساعي.

يستهلك الفرن الكهربائي نحو 300 kWh كيلو واط ساعي.

يستهلك البراد نحو 400 kWh كيلو واط ساعي.

يستهلك مكيف الهواء نحو 700 kWh كيلو واط ساعي.

الكيلو واط الساعي هو مقدار الطاقة التي يتم نقلها خلال ساعةٍ كاملة.

كل واحد كيلو واط ساعي يساوي 3600000 ثلاثة ملايين و 600 ألف جول أي 3.6 MJ

ميغا جول.

لماذا؟

كما علمنا سابقاً فإن كل واحد جول يساوي و احد واط في الثانية .

و بما أن الساعة الواحدة تتألف من 3600 ثانية و بما أن كل واحد كيلو واط يساوي 1000 W واط فإن واحد كيلو واط ساعي يساوي

$1000\times3600=3600000$ Joules

أي 3.6 MJ ميغا جول.

حساب الاستهلاك

يمكن حساب استهلاك جهازٍ ما للطاقة من خلال ضرب استطاعة ذلك الجهاز بعدد ساعات الاستخدام.

كمية الطاقة المنقولة (كيلو وات ساعي) kWh =الاستطاعة بالكيلو وات Kw × الزمن h مقاساً بالساعة.

حساب الاستهلاك و الطاقة

سخان كهربائي تبلغ استطاعته 7.2 kW كيلو وات يتم استخدامه لمدة 15 دقيقة يومياً فكم من الطاقة يستهلك هذا السخان في أسبوع؟

كما علمنا من قبل فإنه يتوجب علينا في جميع العلاقات و المعادلات الفيزيائية أن نلتزم باستخدام وحدات القياس المعطاة في تلك المعادلات و العلاقات ، و كما نعلم فإن وحدة القياس في قانون حساب استهلاك الطاقة أعطيت بالساعة و ليست بالدقيقة و لذلك يتوجب قبل البدء بحساب كمية الاستهلاك تحويل الدقائق إلى ساعات.

مدة الاستخدام اليومي 15 دقيقة أي ربع ساعة .

نحول ربع ساعة إلى ساعة :

الربع ساعة تمثل 0.25 h أي 25% من الساعة .

الآن نحسب عدد ساعات الاستهلاك في أسبوعٍ واحد و ذلك بأن نضرب النسبة 0.25 h

0.25% من الساعة بسبعة أيام :

0.25×7=1.75 h

عدد ساعات الاستهلاك الأسبوعي 1.75 h ساعة.

الآن نطبق قانون حساب الاستهلاك :

الطاقة المنقولة أو مقدار الطاقة المستهلكة (بالكيلو وات الساعي) kWh = استطاعة الجهاز مقاسةً بالكيلو وات kW ضرب الزمن مقاساً بالساعة h :

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة لدينا:

7.2 W× 1.75 h=12.6 kwh

يبلغ استهلاك هذا الجهاز خلال أسبوع 12.6 kwh كيلو وات ساعي.

أثناء نقل الطاقة الكهربائية من محطات توليد الطاقة إلى مواقع استهلاك الطاقة فإن تلك الطاقة تتعرض للكثير من الضياعات على شكل انبعاثات حرارية نتيجة مرورها في الكابلات.

يُحسب فاقد الطاقة بالمعادلة التالية:

فاقد الاستطاعة=مربع التيار×المقاومة

$W=A^2\times O$

واو WA^2O (عملية ضرب) لأن الناتج سيكون رقماً صحيحاً كبيراً .

إن مقدار فقدان و ضياع الاستطاعة يتناسب طرداً مع مربع التيار.



و بما أن مقدار الفاقد و الضائع في الاستطاعة يتناسب مع مربع التيار فإن أكثر الطرق فاعلية في التقليل من فاقد الاستطاعة تتمثل في تخفيض التيار ، و هذا بالضبط هو ما تقوم به المحولات الضخمة الموجودة في محطات توليد الطاقة.

إن بإمكاننا أن ننقل المقدار ذاته من الاستطاعة إما بتيارٍ مرتفع و جهدٍ منخفض أو أن ننقل ذلك المقدار ذاته من الاستطاعة بتيارٍ منخفض و جهدٍ عالي.

إن بإمكاننا أن ننقل المقدار ذاته من الاستطاعة إما بتيارٍ (أمبير)مرتفع و جهدٍ (فولت) منخفض أو بتيارٍ (أمبير)منخفض و جهدٍ (فولت)عالي.

و بذلك فإن المحولات الموجودة في محطات توليد الطاقة تقوم برفع الجهد (الفولت) على حساب شدة التيار(الأمبير).

و ما هي الفائدة التي نجنيها من رفع الجهد و خفض شدة التيار؟

بما أن فاقد الطاقة يزداد كلما ازدادت شدة التيار فإننا عندما نقوم بخفض شدة التيار فإننا بذلك نقلل من ضياع الطاقة أثناء نقلها في الكابلات كل تلك المسافات ، و بالطبع فإننا نحتفظ بتلك الطاقة على شكل جهدٍ مرتفع .

و بعد ذلك تقوم محولاتٌ نهائية أخرى موجودة في مواقع استهلاك الطاقة بعمليةٍ معاكسة حيث تقوم تلك المحولات النهائية برفع التيار(الأمبير) على حساب الجهد ، أي أن تلك المحولات تقوم بخفض الجهد و رفع شدة التيار.



تنتج محطات توليد الطاقة طاقةً كهربائية منخفضة الجهد(الفولت) و لكنها ذات تيارٍ (أمبير) عالي جداً.

تقوم محولات رفع الخطوة Step -up transformers الموجودة في محطات توليد الطاقة الكهربائية برفع الجهد إلى 400 Kv كيلو فولت .

أي أن محولات رفع الخطوة ترفع الجهد (الفولت) على حساب شدة التيار(الأمبير) فتصبح الطاقة الكهربائية ذات جهدٍ عالي و شدة تيارٍ منخفضة و هي الطاقة التي تصلح للنقل عبر كابلات نقل القدرة لمسافات كبيرة مئات و ربما آلاف الكيلومترات.

الطاقة الكهربائية ذات الجهد العالي تكون شديدة الخطورة .

و عندما تصل الطاقة الكهربائية إلى مناطق الاستهلاك يتم استخدام محولات خفض الخطوة

Step-down transformers حيث تقوم تلك المحولات برفع شدة التيار(الأمبير) على حساب الجهد(الفولت) .

حساب مقدار فقدان الطاقة

كابل ناقلٌ للطاقة تبلغ مقاومته 20Ω أوم .

كم يضيع من الاستطاعة عل شكل حرارة عندما يسري تيارٌ تبلغ شدته 10A أمبير عبره.

لحساب فاقد الكابل نستخدم معادلة حساب الفاقد و الضائع:

الاستطاعة الضائعة =مربع التيار×المقاومة.

$W=A^2\times O$

واو WA^2O (عملية ضرب) لأن الناتج سيكون رقماً صحيحاً كبيراً .

نعوض بالقيم الرقمية :

$W=10A^2\times20\Omega$

$10^2=10\times10=100$

$100\times20=200W$

200W وات مقدار الفاقد في الكابل.

إذا قمنا باستخدام محولٍ يقوم بخفض شدة التيار إلى 1A أمبير كم سوف يكون فاقد الكابل؟

الاستطاعة الضائعة =مربع التيار×المقاومة.

$W=A^2\times O$

نعوض بالقيم الرقمية :

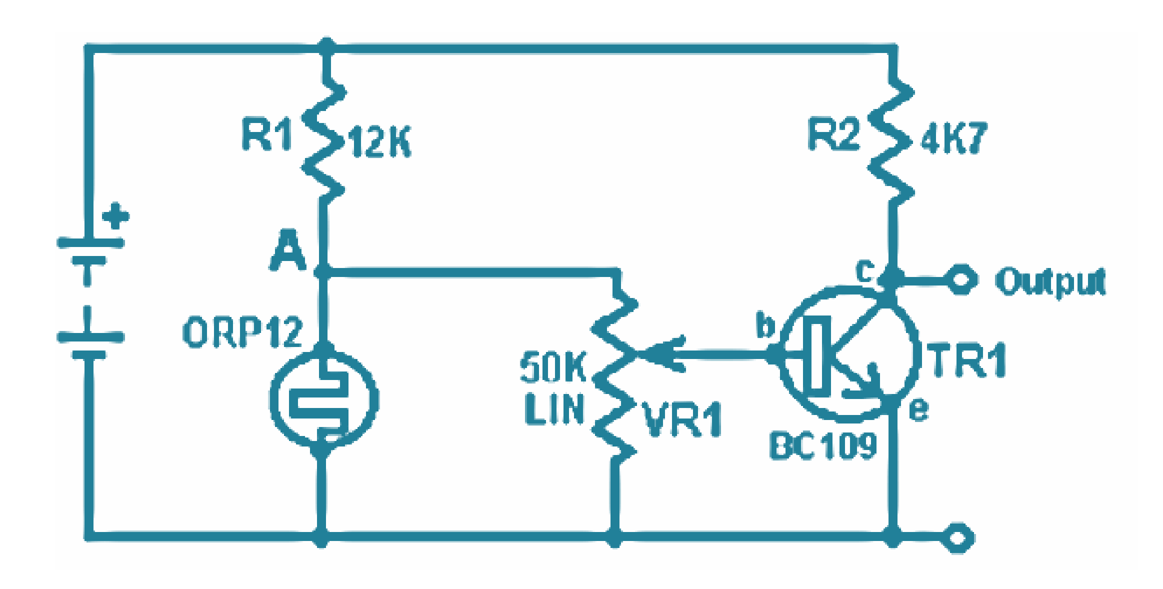
$W=1A^2\times20\Omega$

$1^2=1\times1=1$

$1\times20=20W$

20W وات مقدار الفاقد في الكابل.

يصبح الفاقد في الكابل ذاته اقل بمئة مرة عندما نخفض شدة التيار عشر مرات.



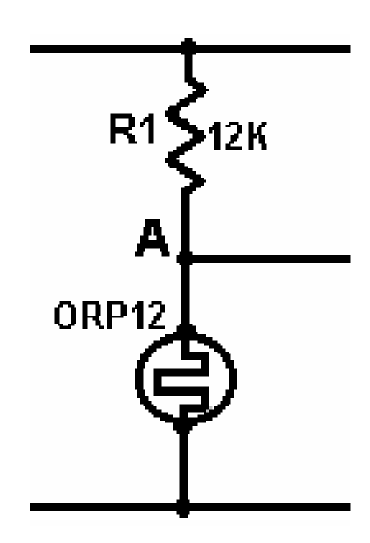
في هذه الدارة يتم التحكم بالدارة وفقاً لمقدار الجهد عند النقطة A .

في الظلام تكون مقاومة المقاومة الضوئية OPR12 أكبر بعشر مرات من المقاومة العليا الأولى R1 حيث تبلغ مقاومة المقاومة العليا R1 12 K أي 12 ألف كيلو أوم 12000 ohms و بالتالي فإن الجهد عند النقطة A يكون مرتفعاً جداً.

لماذا؟

لأن كلاً من المقاومة الضوئية OPR12 و المقاومة العلوية الأولى R1 عبارة من مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تقومان باقتسام الجهد فيما بينهما و فقاً لقيمة كلٍ منهما (مقسم جهد) حيث تقوم المقاومة العلوية الأولىR1 المتصلة مع موجب الدارة بتحديد قيمة الجهد عند النقطة A و هي نقطة اتصال هاتين المقاومتين مع بعضهما البعض .

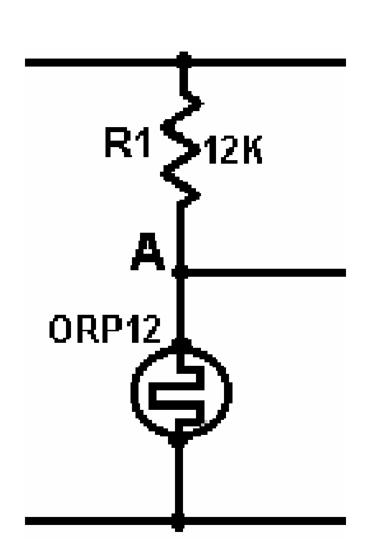
تقوم كلٌ من هاتين المقاومتين باقتطاع مقدارٍ من الجهد يتناسب مع قيمة كلٍ منهما و في النهاية فإن مقدار الجهد الذي يزيد عن المقدار الذي تقوم المقاومة العلياR1 المتصلة مع موجب الدارة باقتطاعه لنفسها هو جهد النقطة A فإذا كانت قيمة المقاومة الضوئية الدنيا أكبر بعشر مرات من قيمة المقاومة العليا R1 فذلك يعني بأن هذه المقاومة العليا R1 لن تقتطع إلا القليل جداً من الجهد من مقدار الجهد الكلي و بالتالي فإن الجهد عند النقطة A سيكون مرتفعاً جداً.



و عندما يزداد مقدار الضوء الذي تتعرض له المقاومة الضوئية OPR12 فإن مقاومتها تنخفض لأنها تطلق المزيد من الإلكترونات الحرة التي تنتظم مشكلةً تياراً كهربائياً يقوم بخفض مقاومة المقاومة الضوئية بالنسبة لمقاومة المقاومة الثابتة R1 و بالتالي فإن مقدار ما تقوم المقاومة العليا R1 باقتطاعه من الجهد سوف يزداد و بما أن المقاومة العليا هي التي تحدد مقدار الجهد عند النقطة A و بما أن مقدار ما تقوم باقتطاعه قد ازداد بسبب انخفاض قيمة المقاومة الضوئية فذلك يعني بأن الجهد عند النقطة A سوف ينخفض .

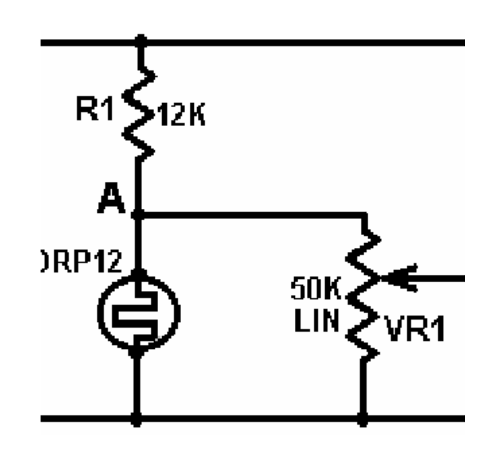
كلما ازدادت قيمة المقاومة الضوئية السفلية بتأثير الظلام انخفض مقدار ما تقتطعه المقاومة العلياR1 من الجهد و ارتفع الجهد عند النقطة A .

كلما انخفضت قيمة المقاومة الضوئية السفلية بتأثير الضوء ازداد مقدار ما تقوم المقاومة العليا R1 باقتطاعه من الجهد و انخفض بالنتيجة الجهد عند النقطة A.



إن مبدأ هبوط الجهد بين مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل مبدأٌ هامٌ جداً في الإلكترونيات و له تطبيقاتٌ لا حصر لها و هو مبدأٌ بسيط يتوجب علينا فهمه جيداً.

الآن ما بين نقطة هبوط الجهد A و بين أرضي الدارة يتم وصل مقاومة متغيرة VR1

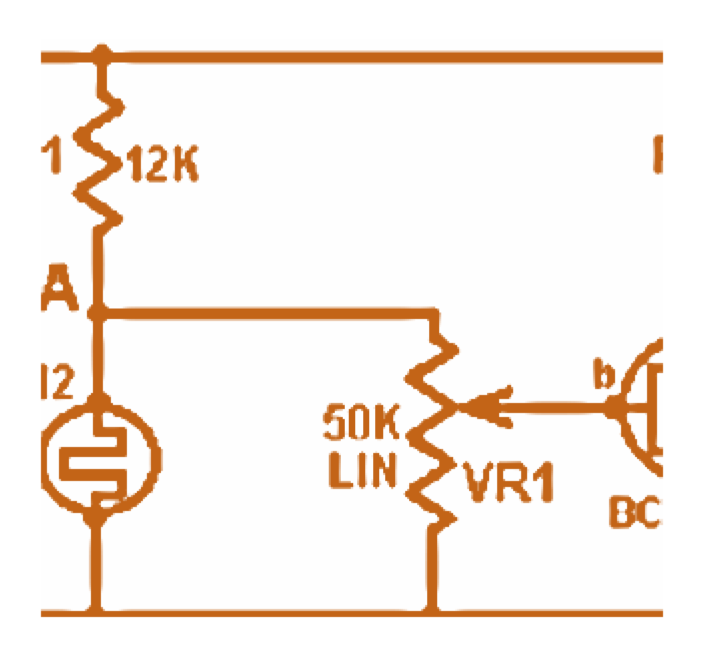


ما هي مهمة المقاومة المتغيرة VR1 ؟

تتمثل مهمة المقاومة المُتغيرة VR1 في إرسال شارة بدء تشغيل إلى قاعدة b الترانزستور و ذلك عندما يصل مستوى الجهد الكهربائي عند النقطة A إلى حدٍ معين .

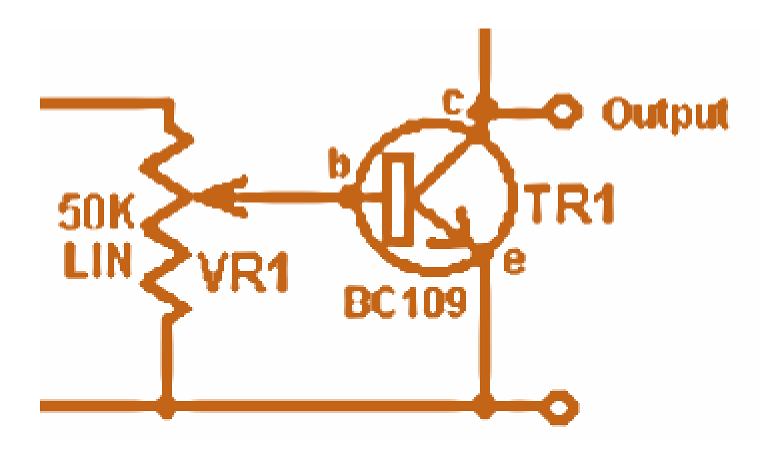
و ماذا لو وصلنا الترانزستور BC109 إلى النقطة A دون المقاومة المُتغيرة VR1؟

عندها لن يكون بمقدورنا أن نضبط مستوى الإضاءة الذي نرغب في تشغيل الترانزستور عندها بل سيكون هنالك مستوى ثابت من الجهد و الإضاءة ستعمل عليه الدارة.

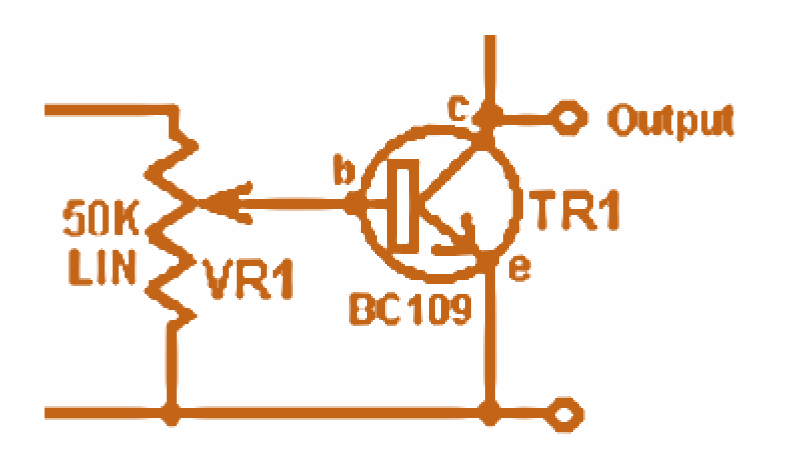


تبلغ قيمة المقاومة المتغيرة VR1 50K (50 كيلو أوم) أي 500 أوم و لهذه المقاومة المتغيرة مزلاج أو مدرجة تحكم تتراوح القيم المثبتة عليها ما بين صفر و أعلى جهد يُمكن أن تصل إليه النقطة A أي الحد الأقصى لجهد مصدر تغذية الدارة .

و بذلك يمكن لنا التحكم عند أي مستوى إضاءة سوف يقوم الترانزستور بتشغيل الدارة (دارة إضاءة مثلا) عندما يهبط الظلام و عند أي مستوى إضاءة سوف يقوم الترانزستور بإطفاء الإضاءة عندما تُشرق الشمس.



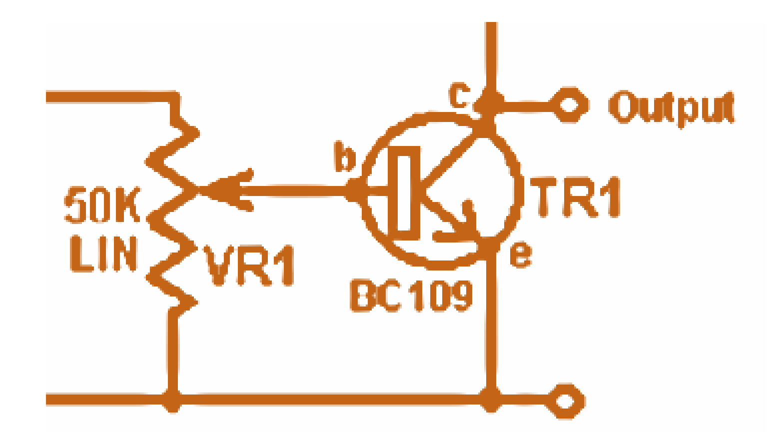
الترانزستور BC109 المُبين في الدارة هو ترانزستور قناة سالبة NPN transistor و هذا الترانزستور يتم وصله بأرضي الدارة بحيث انه عندما تصل شارة تشغيل على قاعدته b فإنه يقوم بإكمال دارة العنصر أو المكون المُتصل به إلى أرضي الدارة عبر مبدده e فيعمل ذلك العنصر و عندما لا تكون هنالك شارة تشغيل فإنه يقطع اتصال ذلك العنصر بأرضي الدارة و بذلك فإن ذلك العنصر يتوقف عن العمل و هذا الترانزستور يعمل على 100mAميلي أمبير و يستطيع التحكم بجهدٍ يصل إلى 30 V فولت كما أنه ذو سرعة استجابة عالية بشكل لا يوصف إذ يستطيع هذا الترانزستور أن يقوم بالفتح و الإغلاق مليون مرة في الثانية الواحدة .



كيف يعمل هذا الترانزستور و كيف تعمل الترانزستورات بشكلٍ عام؟

يتم تركيب ترانزستورات القناة السالبة غالباً ما بين القطب السلبي للمكون المراد التحكم به و بين أرضي الدارة حيث يتم وصل القطب السلبي للمكون الذي نريد التحكم به بمجمع C الترانزستور بينما يتم وصل مبدد e الترانزستور بأرضي الدارة.

دُعي مبدد الترانزستور بهذا الاسم لأنه يقوم بإكمال الدارة إلى الأرضي و تبديد راجع الجهد في أرضي الدارة.



عندما يكون الترانزستور في وضعية عدم التشغيل تكون المقاومة بين مُجمعه collector و مبدده emitter عاليةً جداً و بالتالي فإنها لا تسمح لأي تيارٍ كهربائي بالمرور من المُجمع C إلى المُبدد e و بالتالي فإن المكون المُتصل بالترانزستور يبقى في حالة عدم تشغيل لأن دارته غير مكتملة حيث يقطع الترانزستور اتصال ذلك المكون بأرضي الدارة.

عندما تصل شارة بدء التشغيل إلى قاعدة الترانزستور b يتم تبديدها عبر مبدد الترانزستور e في أرضي الدارة و هذا الأمر يؤدي إلى انخفاض المقاومة الداخلية ضمن الترانزستور أي المقاومة ما بين المجمع C و المُبدد E و بذلك تفتح قناته و يسمح للتيار الكهربائي بالتحرك من المُجمع c إلى المُبدد e الذي يقوم بتبديد التيار في أرضي الدارة و بذلك تكتمل دارة المكون المتصل بمجمع C الترانزستور أياً يكن (مصباح، محرك، ريليه، إنذار صوتي...) فيعمل ذلك المكون.

مبدد الترانزستور e قطب مشترك حيث أنه يقوم أولاً بتبديد شارة بدء التشغيل التي تصل إلى قاعدةb الترانزستور في أرضي الدارة ثم يقوم بتبديد تيار تشغيل المكون المتصل بمجمع الترانزستور C في أرضي الدارة.



تدعى النسبة ما بين تيار المُجمع C و تيار قاعدة الترانزستور B بمقدار كسب الترانزستور gain و التي يُشار إليها في المراجع بكلمة hfe و على سبيل المثال فإن كسب الترانزستور BC109 الذي استخدمناه في الدارة السابقة يبلغ 200 و كذلك هي حال الترانزستور BC108 و هذا يعني بأن النسبة ما بين تيار شارة التشغيل التي تصل إلى قاعدةb الترانزستور و بين تيار مجمع C الترانزستور (تيار المكون أو العنصر الذي يتحكم به ذلك الترانزستور) يجب أن تكون واحد إلى مئتين 1/200 و هذا يعني بأن قيام هذا الترانزستور بتمرير تيارٍ ما بين مُجمعه و مبدده يبلغ 200 mA ميلي أمبير يستدعي أن تمر شارة بدء تشغيل إلى قاعدته تبلغ شدتها 1mA

واحد ميلي أمبير.



إن الترانزستور BC109 هو من ترانزستورات القناة السالبة NPN و لذلك فإننا نجد على رمزه سهماً متجهاً نحو الداخل كما أن مُجمعه يتجه نحو الخط الموجب أي أن مُجمعه يتجه نحو أعلى الدارة.



أما في ترانزستورات القناة الموجبة PNP فإن السهم في رمزها يُشير نحو الداخل ، كما أن مُجمعاتها C تكون متصلةً بشكلٍ مباشر أو غير مباشر بالخط السالب (أرضي الدارة).

و تدعى مجموعة الترانزستورات هذه بالترانزستورات الثُنائية القطب bi-polar transistors



للحصول على كسبٍ أعلى يتم ربط ترانزستورين اثنين مع بعضهما البعض بشكلٍ مُباشر ضمن ثنائية تُعرف بثنائية دارلينغتون Darlington pair.

فإذا كان كسب كل ترانزستور 200 mA ميلي أمبير فإن كسب زوجين من هذه الترانزستورات لا يساوي 400 mA ميلي أمبير و إنما فإنه يُساوي حاصل ضرب كسبيهما ببعضهما البعض أي 40 ألف ميلي أمبير :

200mA×200ma =40000mA

و في الدارة التالية لدينا زوج من الترانزستورات تم ربطهما ببعضهما البعض على شكل ثنائية دارلينغتون و ذلك في دارة كشاف مستوى الماء water-level detector و هي الدارة التي تستخدم في تشغيل و إغلاق مضخات ملئ خزانات و أحواض الماء كما تُستخدم لتشغيل أجهزة إنذارٍ في القوارب و السفن تعمل عند حدوث تسربٍ للماء إلى داخل السفينة.

بما أن هنالك تناسباً ما بين مقدار شارة التشغيل التي يتلقاها الترانزستور على قاعدته و بين مقدار التيار الذي يقوم الترانزستور بتمريره فإننا كلما قمنا بتضخيم شارة بدء تشغيل الترانزستور ازداد التيار الذي يُمرره الترانزستور لتشغيل العنصر الذي يتحكم به، و بما أن النسبة ما بين شارة بدء التشغيل و مقدار تيار التشغيل الذي يتحكم به هذا الترانزستور تبلغ

1/200 فإن ربطه بترانزستور آخر (ثنائية أو زوج دارلينغتون) يعني تضخيم شارة بدء تشغيل الترانزستور الثاني 200 مرة و بالتالي زيادة التيار الذي يُمكن تمريره و التحكم به 200 مرةً كذلك :

200×200=40000

فإذا كانت شارة بدء التشغيل التي تلقاها الترانزستور الأول تبلغ 1 mA ميلي أمبير فإنها تكفي لتمرير تيار ما بين مُجمع و مُبدد الترانزستور تبلغ شدته 200mAميلي أمبير :

1×200=200mA

و الآن سنلعب لعبتنا :

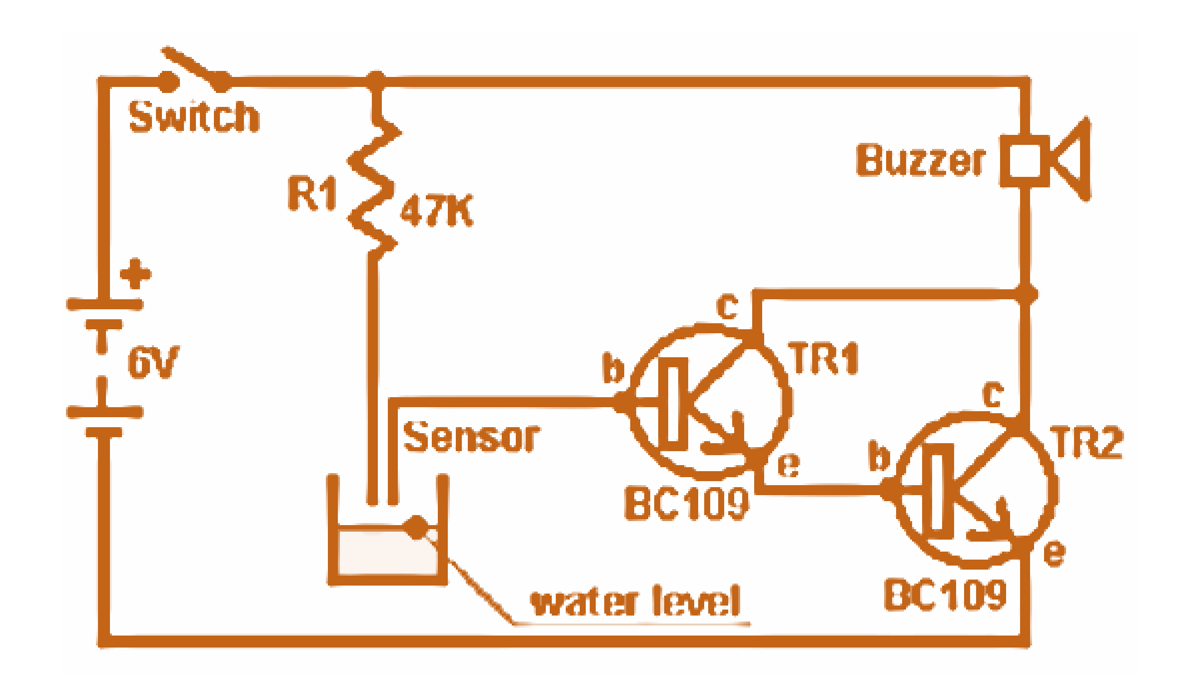
فإذا أتينا بخرج الترانزستور الأول و وصلناه إلى قاعدة الترانزستور الثاني فإن الترانزستور الثاني سوف يتلقى شارة بدء تشغيل يبلغ جهدها 200mA ميلي أمبير و بما أن النسبة ما بين شارة بدء التشغيل و التيار الذي يتحكم به الترانزستور تبلغ 1/200 فإن التيار الذي يمرره الترانزستور الثاني سوف يزداد بمعدل 200×200 أي أنه سوف يُصبح 40000mA

ميلي أمبير ، و بما أن كل واحد أمبير يساوي ألف ميلي أمبير فإننا للتحويل من ميلي أمبير إلى أمبير نقسم على ألف :

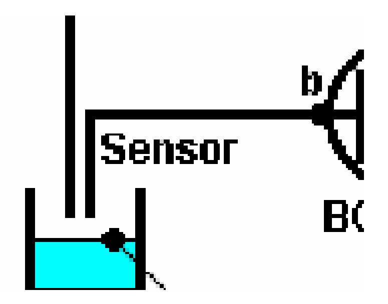
40000mA/1000=40 A

أي أن زوجاً من الترانزستورات تم وصلها على شكل ثنائية دارلينغتون تستطيع التحكم بتيارٍ تبلغ شدته 40 A أمبير.

آلية عمل الدارة

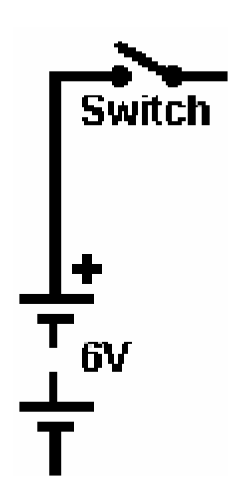


في الأوضاع الاعتيادية لا يصل مستوى الماء إلى حساس مستوى الماء و الذي يتألف بكل بساطة من قُطبين سائبين غير مُتصلين ببعضهما البعض و بالتالي لا تصل شارة تشغيل إلى قاعدة b الترانزستور الأول TR1 و لا يحدث بالتالي أي شيء.



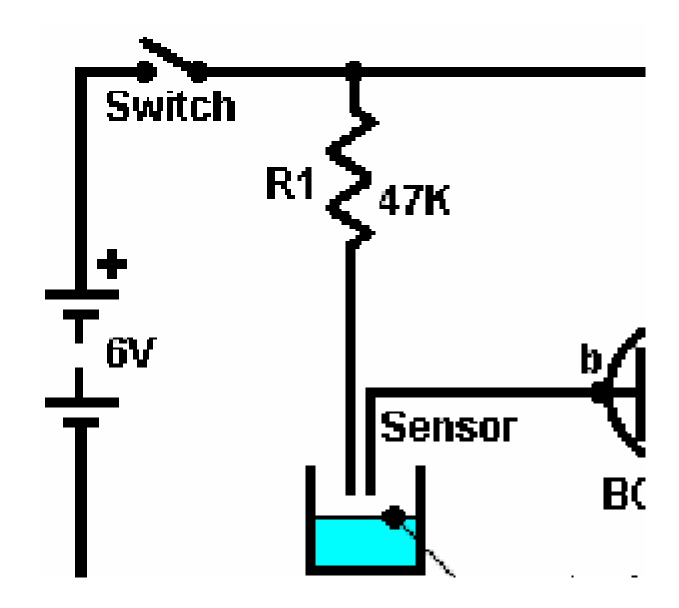
الآن، إذا وصل مستوى الماء إلى مستوى حساس الماء يحدث اتصالٌ ما بين قُطبي الحساس السائبين حيث يوصل الماء تياراً كهربائياً ضئيلاً بينهما و هذا التيار الضئيل يكون كافياً لتشغيل الترانزستور.

يبلغ جهد مصدر التغذية(البطارية) في هذه الدارة 6 فولت .



الغاية من وجود مفتاح التشغيل هو وضع دارة تحسس مستوى الماء موضع التشغيل أو إغلاقها و فصل التيار الكهربائي عنها لإجراء أعمال الصيانه لها مثلاً.

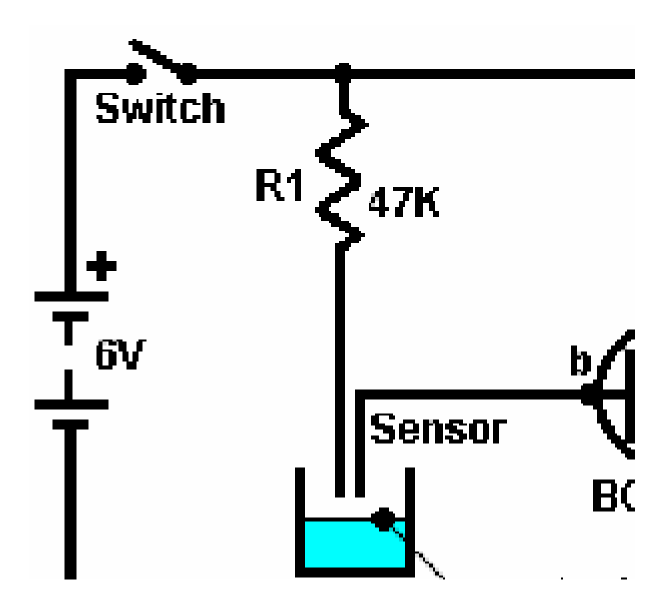
أما الغاية من وجود المقاومة الأولى R1 و التي تبلغ قيمتها 47K كيلو أي 47000 KΩ كيلو أوم فهي منع وصول جهدٍ مرتفع من مصدر التغذية(البطارية) إلى قاعدة الترانزستور الأول TR1 قد لا تستطيع قاعدةb الترانزستور احتمالها.



إن جهد تشغيل الترانزستورات الثنائية الأقطاب يبلغ 0.7 فولت و هو جهد شارة التشغيل التي تصل إلى قاعدة الترانزستور ثم يتم تبديده عن طريق المُبدد e غالباً في أرضي الدارة بشكلٍ مباشر.

في ثنائية دارلينغتون التي تتألف من زوجين من الترانزستورات فإن الجهد ما بين قاعدة b الترانزستور الأول TR1 و مُبدد e الترانزستور الثاني TR2 يبلغ 1.4 V فولت:

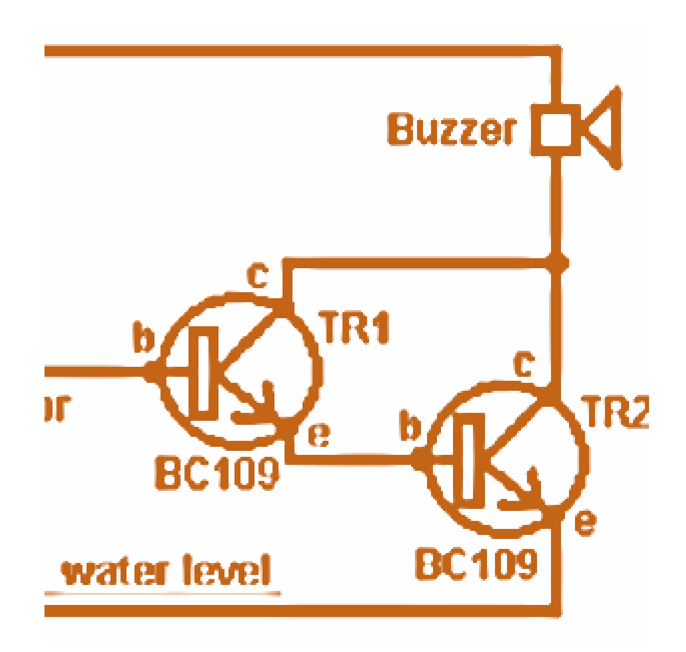
0.7+0.7=1.4



عندما يصل مستوى الماء إلى حساس مستوى الماء و تحدث دارة قصر بين القطبين السائبين فإن جُهداً يُساوي جهد البطارية أي 6 فولت سوف يصل إلى قاعدة b الترانزستور الأول TR1 و قد يؤدي هذا الجهد إلى إتلاف الترانزستور ما لم تكن هنالك مقاومة حماية ، حيث تقوم مقاومة الحماية باقتطاع الجهد الزائد عن قدرة قاعدة الترانزستور .

فإذا كان جهد البطارية 6 فولت و كان الجهد ما بين قاعدة الترانزستور الأول TR1 و مُبدد الترانزستور الثاني TR2 يبلغ 1.4 V فولت فإن مُقاومة الحماية سوف تقوم باقتطاع:

6 - 1.4=4.6 V

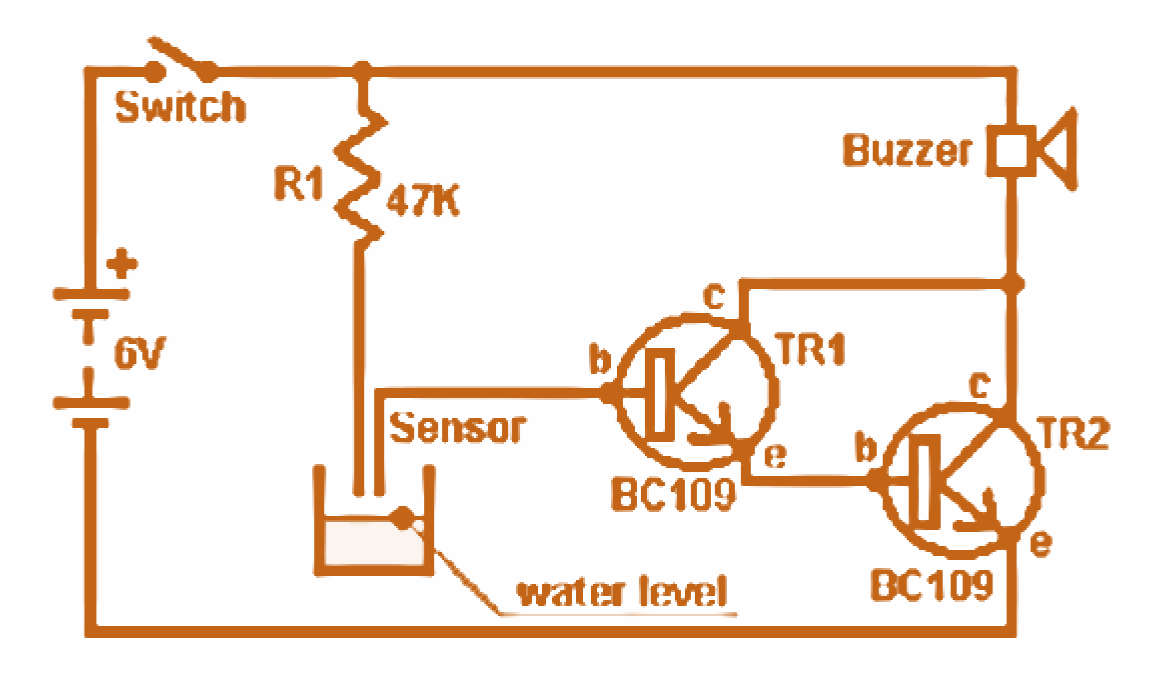


عندما تأتي شارة بدء التشغيل من حساس مستوى الماء إلى قاعدة b الترانزستور الأول TR1 تهبط قيمة المقاومة الداخلية فيه و لذلك فإنه يسمح بإكمال دارة صفارة التحذير من المجمع C إلى المُبدد e و بما أن كسب هذا الترانزستور يبلغ 200 فذلك يعني بأن تيار الشارة التي تخرج من مُبدده تكون أكبر بمئتي مرة من تيار شارة بدء التشغيل ، و عندما يتم وصل مبدد e الترانزستور الأول TR1 إلى قاعدة b الترانزستور الثاني TR2 فذلك يعني بأن شارةً تبلغ شدتها

200 ضعف شارة التشغيل التي وصلت إلى قاعدة الترانزستور الأول سوف تصل إلى قاعدة الترانزستور الثاني ، و هذه الشارة تؤدي إلى انخفاض المقاومة ما بين مُجمع الترانزستور الثاني و مُبدده و ستسمح بمرور تيارٍ أكبر بمئتي مرة من تيار شارة بدء التشغيل :

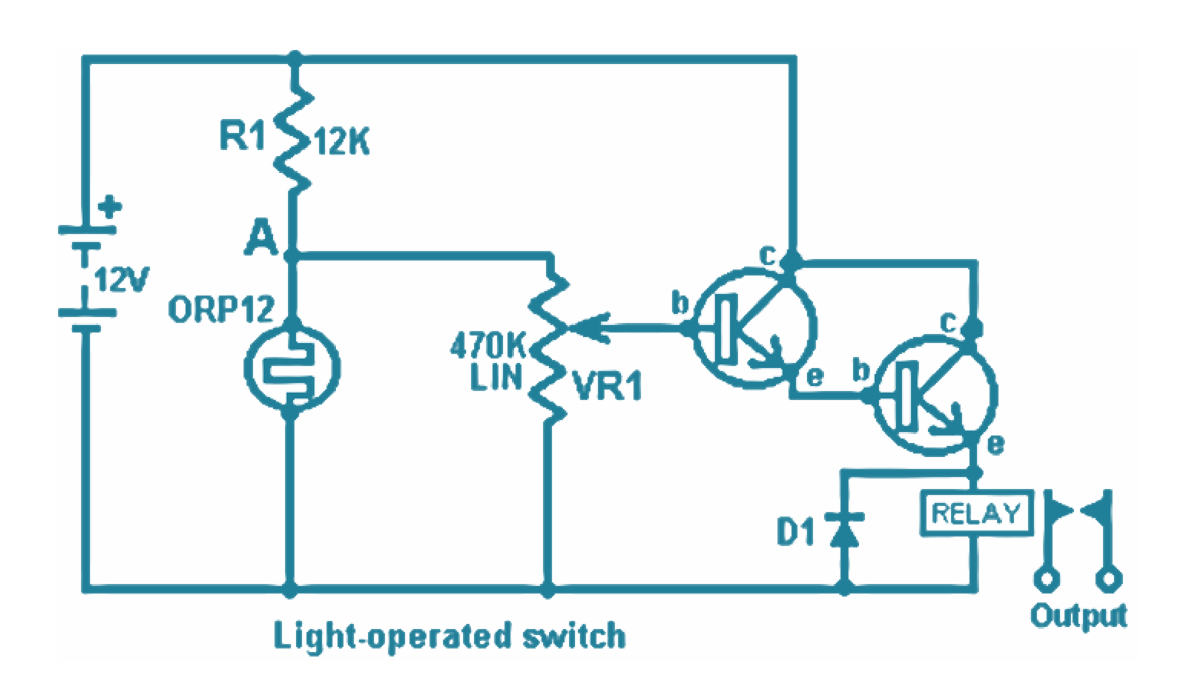
200×200=40000

أي أنها سوف تسمح بمرور تيارٍ مقداره 40000 mAميلي أمبير من صفارة الإنذار إلى مُجمع الترانزستور الثاني ليتم تبديده عبر مبدده في أرضي الدارة و بذلك فإن صفارة الإنذار سوف تعمل بتيارٍ مناسبٍ تماماً.



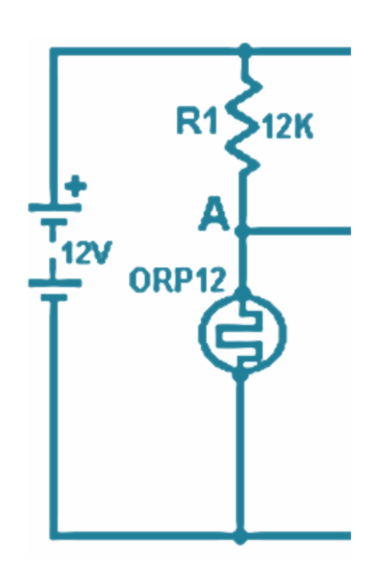
تدعى طريقة وصل مُبدد الترانزستور بأرضي الدارة بطريقة المُبدد المُشترك common emitter لأن مُبدد الترانزستور يقوم أولاً بتبديد شارة بدء التشغيل في أرضي الدارة و بعد ذلك يقوم بإكمال دارة العنصر الموصول بمجمعه عن طريق تبديد التيار الراجع منه في أرضي الدارة.

دارة تشغيل مصابيح إضاءة عن طريق مقاومة ضوئية و زوجي ترانزستورات و ريليه(كتاوت) :



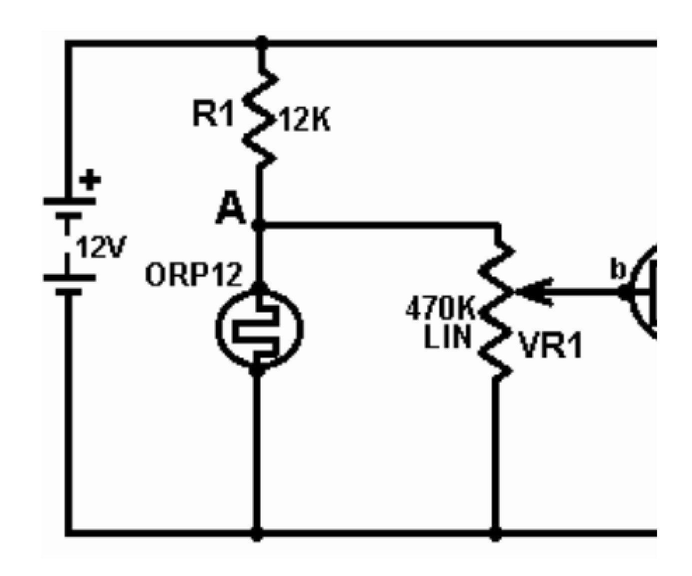
تتألف هذه الدارة من بطارية 12 فولت هي مصدر الجهد في الدارة ، كما أن لدينا في هذه الدارة مقاومة ضوئية ORP12 تقوم بتحسس حالة الإضاءة و هي متصلة على التسلسل مع مُقاومة أخرى هي المقاومة العلوية R1 المتصلة مع موجب البطارية و التي تبلغ قيمتها 12 KΩ كيلو أوم .

و تقوم كل واحدةٍ من هاتين المقاومتين باقتطاع جزءٍ من جهد مصدر التغذية (مقسم جهد)و لذلك يحدث هبوطٌ للجهد عند النقطة A.



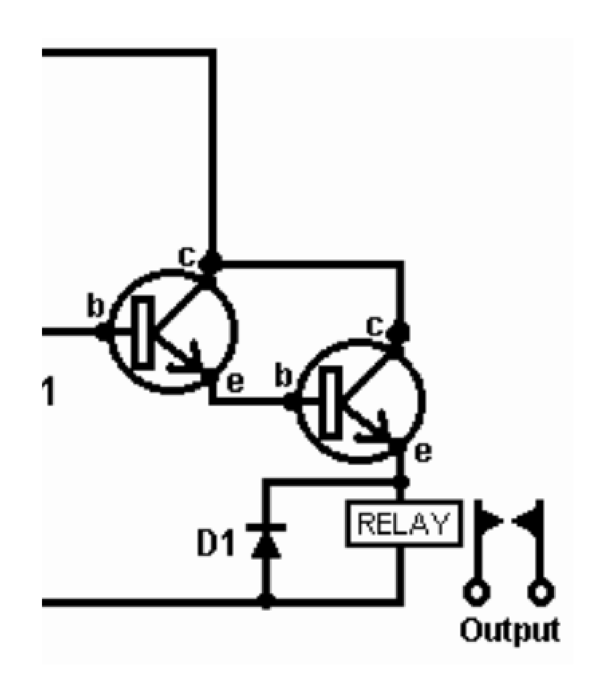
يتم التحكم بمقدار الاضاءة التي نريد أن يعمل الترانزستور عند الوصول إليها عن طريق مقاومة مُتغيرة VR1.

تتغير قيمة المقاومة الضوئية تبعاً لتغير درجة الإضاءة و ينتج عن ذلك تغير جهد البطارية لأننا مررناه عبر مقاومتين مُتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل كما مر معنا سابقاً في بحث مقسم الجهد و عندما يتطابق الجهد عند النقطة A مع المستوى الذي قمنا بضبط المقاومة المُتغيرة VR1 عليه فإن هذه المقاومة المُتغيرة ترسل شارة بدء تشغيل إلى قاعدةb الترانزستور الأول.



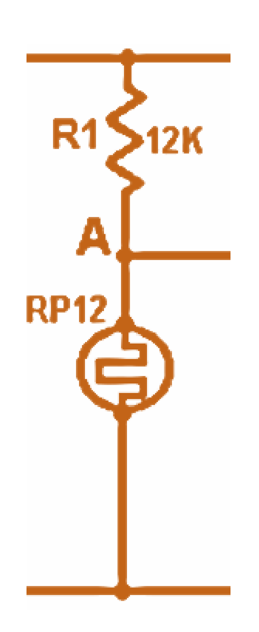
كيف يقوم الترانزستور بتضخيم الإشارة

إن وصول شارة بدء التشغيل إلى قاعدة الترانزستور b الأول يؤدي إلى هبوطٍ متسارعٍ شديد داخل الترانزستور الأول ما بين مُجمعه c و مُبدده e مما يسمح للتيار الكهربائي بعبور الترانزستور الأول من مُجمعه إلى مُبدده الذي يكون مُتصلاً بقاعدة الترانزستور الثاني الذي تصل إليه شارة التشغيل بتيارٍ متضخم 200 مرة بعد عبورها في الترانزستور الأول الذي يقوم بتضخيم الشارة 200 مرة و بعد مرورها في الترانزستور الثاني فإن شارة التشغيل تتضخم 200 مرة أخرى و تؤدي إلى انهيار المقاومة الداخلية ما بين مُجمع الترانزستور الثاني و مُبدده سامحةً بمرور تيار تشغيلٍ كبير من مُجمع c الترانزستور الثاني إلى مُبدده الذي يقوم بتشغيل ريليه (كتاوت) .

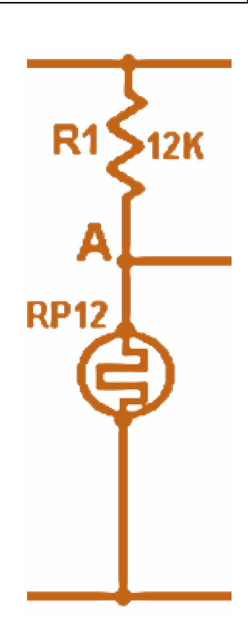


عند تطبيق هذه الدارات بشكلٍ عملي على أرض الواقع علينا قياس الجهد الذي سوف يصل إلى قاعدة الترانزستور و التأكد من وثائق الترانزستور مما إذا كان يحتمل ذلك الجهد لأنه ليس هنالك مقاومات لحماية لقواعد الترانزستورات من ارتفاع الجهد في هذه الدارة.

في الدارة السابقة يرتفع الجهد عند النقطة A عندما ينخفض مستوى الإضاءة حيث ترتفع عندها قيمة المقاومة الضوئية OPR12.

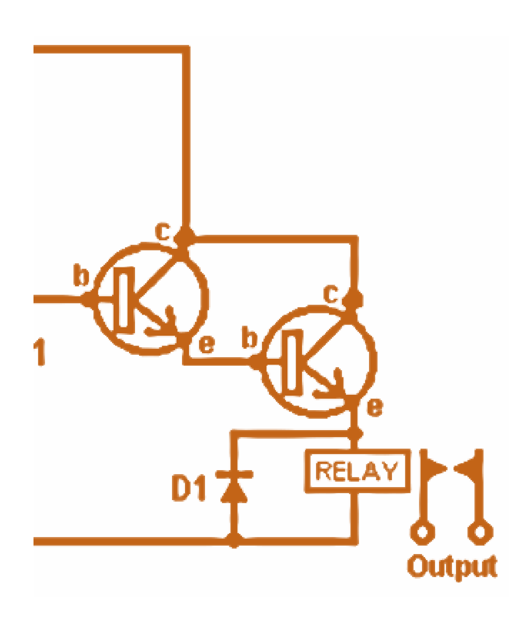


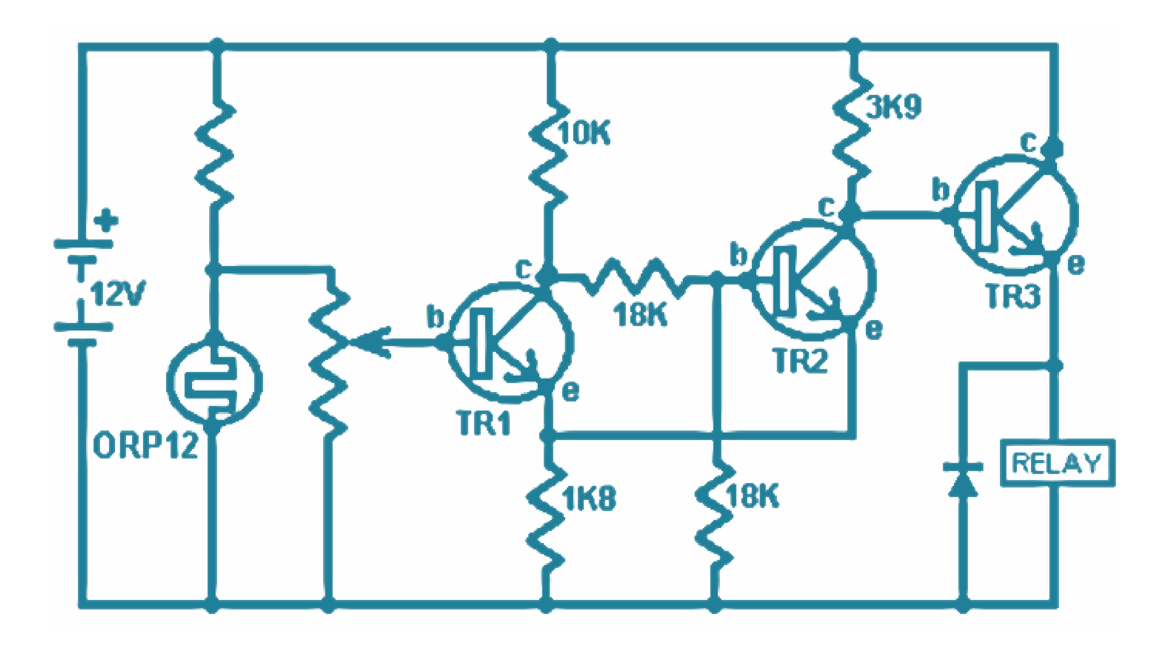
كما مر معنا سابقاً فإن المقاومة العلوية الأولى R1 هي التي تُحدد في النهاية قيمة الجهد عند النقطة A و لذلك فإنه كلما ارتفعت قيمة المقاومة السفلية (الضوئية) انخفض مقدار ما تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد مما يؤدي إلى ارتفاع الجهد عند النقطة A و العكس صحيح إذ أنه كلما انخفضت قيمة المقاومة السفلية ازداد المقدار الذي تقتطعه المقاومة العلوية من الجهد مما يؤدي إلى هبوط الجهد عند النقطة A.



مزدوجة دارلينجتون Darlington pair - مضخم دارلينغتون Darlington Amplifier

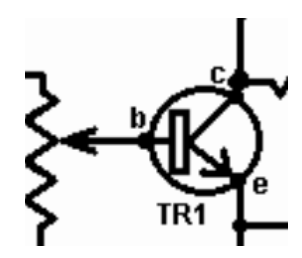
مزدوجة دارلينجتون هي عبارة عن ترانزستورين ثنائي القطب متصلين مع بعضهما البعض على التوالي بحيث يتم تضخيم التيار الذي سبق أن تم تضخيمه في الترانزستور الأول بواسطة الترانزستور الثاني.



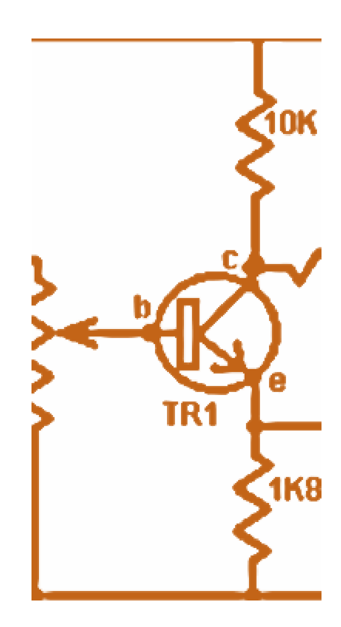


عمل الدارة :

عندما يُصبح الجهد عند قاعدة b الترانزستور الأول TR1 كبيراً بما يكفي فإن الترانزستور الأول يعمل حيث تنهار المقاومة الداخلية ما بين مُجمعه c و مُبدده e لتصل تقريباً إلى الصفر ، أي أنه يحدث ما بين مُجمعه و مُبدده دارة قصر (شورت).

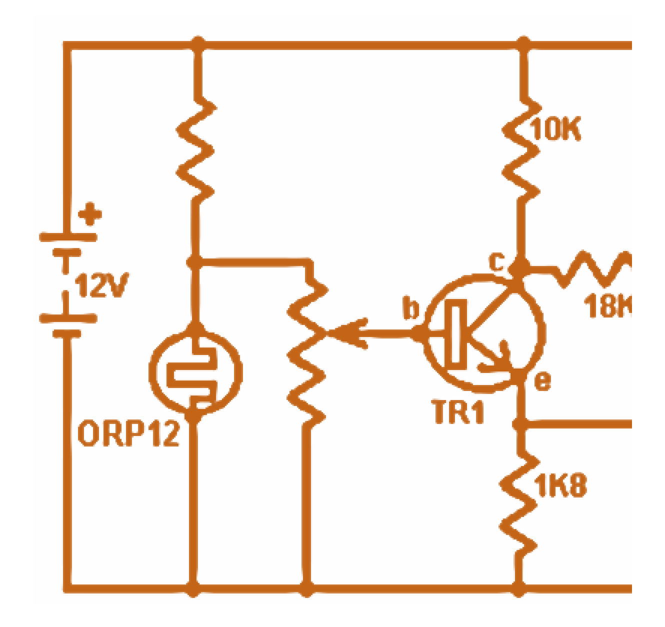


و هذا الأمر يؤدي إلى أن تتصل المقاومتين 10k و 1k8 مع بعضهما البعض على التسلسل و أن تتصلا مع البطارية على التفرع.



بما أن الترانزستور يصل ما بين هاتين المقاومتين و لذلك فإنهما تعتبران متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل عندما تنهار مقاومته لتصبح قريبةً جداً من الصفر أي أنه يُصبح و كأنه غير موجود.

و في الوقت ذاته فإن هاتين المقاومتين تتصلان على التوازي مع مصدر تغذية الدارة(البطارية):



و لسوف يُعتبر الترانزستور و خصوصاً ما بين المجمع و المبدد بمثابة نقطة التقاء مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل و مُتصلتين مع مصدر التغذية على التوازي و هي الحالة التي مرت معنا سابقاً حيث تقوم هاتين المقاومتين باقتسام الجهد .

و سوف يصبح الجهد عند الترانزستور نحو 1.8 V فولت.

قيمة المقاومة العلوية الأولى 10 KΩ كيلو أوم أي 10000Ω أوم .

قيمة المقاومة السفلى 1K8 أي 1800 أوم .

نسبة المقاومة العلوية (المتصلة بالقطب الموجب) إلى المقاومة الكلية لكلا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل تساوي نسبة ما سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب من إجمالي جهد الدارة(جهد مصدر التغذية).

قيمة المقاومة العلوية 10000Ωأوم

قيمة المقاومة السفلية 1800 Ω أوم

المقاومة الكلية لكلنا المقاومتين المتصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل :

10000+1800=11800Ω

مقدار الجهد الذي سوف تقتطعه المقاومة العلوية المتصلة مع الخط الموجب لنفسها (مجهول؟)

جهد الدارة (جهد مصدر التغذية) 12 V فولت.

$$\frac{\text{المقاومة العلوية}}{\text{المقاومة الكلية}} = \frac{\text{جهد المقاومة العلوية}}{\text{جهد الدارة}}$$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$$\frac{10000}{11800} = \frac{?}{12} = 0.85 = \frac{?}{12} =$$

10000/11800=0.85

0.85=?/12

0.85=?÷12

كما ترون فقد أصبحت لدينا عملية قسمة اعتيادية تحوي طرفين معلومين و طرفً مجهول.

لتحديد قيمة الطرف المجهول نقوم بضرب الطرفين المعلومين مع بعضهما البعض:

12×0.85=10.1

إذاً فإن المقاومة العلوية المتصلة بالخط الموجب سوف تقتطع 10 V *فولت من إجمالي الجهد البالغ 12 V* و سوف تقوم بتخريج *2 V* و هو الجهد الذي سوف يزيد عن حاجتها.

12-10=2 V

ما يتبقى من الجهد هو 2 فولت تقريباً يمكن قياسها عند نقطة التقاء هاتين المقاومتين المُتصلتين على التسلسل مع بعضهما البعض.

إذا قمنا بإجراء الحسبة بدقة فإن ما يتبقى من الجهد هو بحدود 1.8 فولت .

المقاومتين التين تبلغ قيمتيهما 18KΩ كيلو أوم أي 18000Ω أوم متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل و بما أنهما مُقاومتين متساويتين في القيمة و بما أن الجهد الذي يصل إليهما يبلغ 1.8V فولت فإنهما تقومان باقتسام الجهد :

1.8/2=0.9V

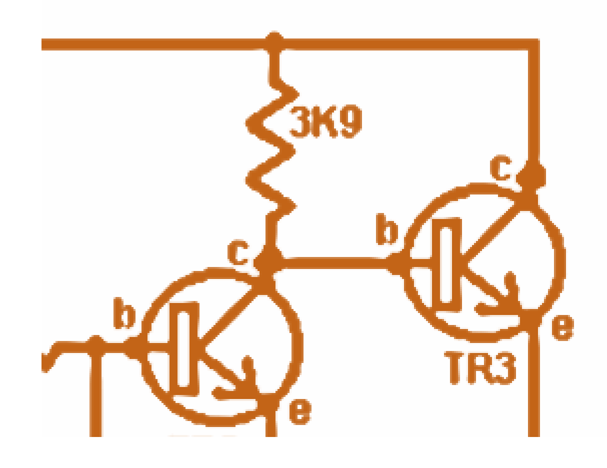
يتم التحكم بقاعدة الترانزستور الثالث TR3 بواسطة مقاومة تبلغ قيمتها 1K8 أي 1800KΩ كيلو أوم .

1K8 Ω=1.8 KΩ=1800 KΩ كيلو اوم

و كما ذكرت سابقاً فإن المقاومة الداخلية ضمن الترانزستور الثاني عاليةٌ جداًُ و كذلك هي حال المقاومة كيلو أومΩ 3K9 أي 3900 أوم المتصلة بمجمعه C .

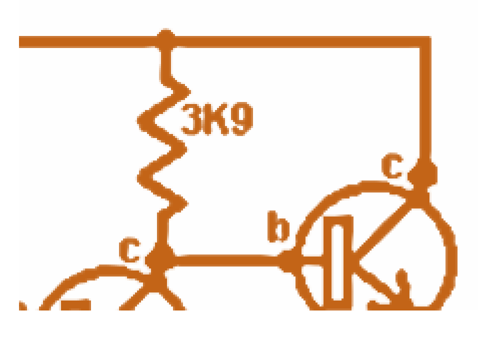
و كما هو واضح فإن مقاومة الترانزستور الثاني TR2 هي أعلى بكثير من قيمة المقاومة المتصلة بمجمعه أي المقاومة 3K9 ، و كما مر معنا في بحث هبوط الجهد بين مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل فإن المقاومة العليا 3K9 ستكون ضئيلةً جداً بالنسبة لمقاومة الترانزستور و لذلك فإن جُهداً كبيراً يقارب جهد البطارية أي 12V فولت سوف يصل إلى قاعدة الترانزستور الثالث TR3 لأنه تم وصل هذا الترانزستور على طريقة تابع المُبدد Emitter follower ، و لذلك فإن المقاومة الداخلية ضمن الترانزستور الثالث سوف تنهار و سوف يقوم بتمرير التيار الكهربائي من البطارية إلى الريليه غير أن التيار الذي سوف يخرج من مُبدد هذا الترانزستور سوف يكون أدنى ب 0.7 V فولت من الجهد الذي وصل إلى قاعدته أي أنه سوف يصل إلى الريليه جهدٌ مقاربٌ لجهد البطارية .

بالطبع لأن الترانزستور يقتطع لنفسه مقداراً من الجهد يبلغ 0.7 V فولت



يمر تيار تغذية قاعدة الترانزستور b الثالث TR3 عبر مقاومة 3K9Ω كيلو أوم أي 3900 Ω أوم .

3K9 Ω=3.9 KΩ=3900Ω كيلو أوم



إن مقاومةً تبلغ قيمتها 3K9 تحتاج لأن يمر خلالها 3.9 V فولت لكل واحد ميلي أمبير 1mA

تتدفق خلالها،فإذا كانت الريلية تحتاج إلى 150mA ميلي أمبير حتى تعمل و إذا كان كسب Gain أو عامل تضخيم الترانزستور الثالث TR3 يبلغ 300 فذلك يعني بأن الترانزستور الثالث يحتاج إلى أن تتم تغذية قاعدته بتيارٍ تبلغ شدته نصف ميلي أمبير 0.5mA حتى يستطيع تضخيمه إلى A 150 أمبير اللازمة لعمل الريليه.

لأن

0.5×300=150

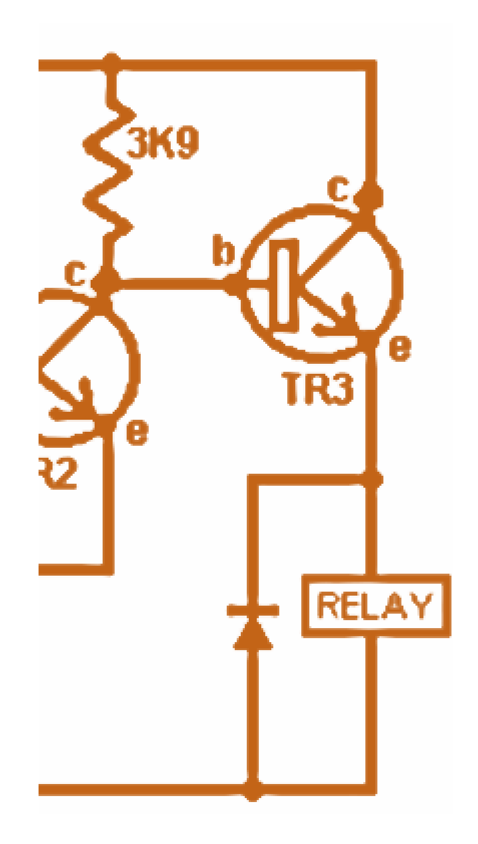
0.5 mA×300=150 mA

0.5 mA ميلي أمبير دخل الترانزستور أي شدة الشارة التي وصلت إلى قاعدته.

300 عامل تضخيم الترانزستور للشارة.

150 mA ميلي أمبير هي خرج الترانزستور و هي مقدار الشارة بعد أن قام الترانزستور بتضخيمها.

كسب ترانزستور يعني مقدرته على تضخيم التيار فإذا كان كسب ترانزستور 300 فذلك يعني بأنه يستطيع تضخيم التيار 300 مرة ، فإذا كان مقدار التيار الذي يدخل قاعدته يبلغ 1mA ميلي أمبير (واحد ميلي أمبير) فذلك يعني بأنه يستطيع تمرير 300mA ميلي أمبير ما بين مُجمعه و مُبدده أي أنه يستطيع تضخيم التيار 300 مرة.



و إذا كانت الريليه المُتصلة بمبدد الترانزستور تتطلب 150mAميلي أمبير حتى تعمل فذلك يعني بأن الترانزستور يحتاج إلى وصول تيارٍ مقداره نصف ميلي أمبير 0.5mAإلى قاعدته حتى يؤمن حاجة الريليه لأن معامل تضخيمه يبلغ 300 :

$300\times0.5=150$ mA

عندما نضرب بنصف 0.5 كأننا نقسم على 2.

0.5 mA ميلي أمبير دخل الترانزستور أي شدة الشارة التي وصلت إلى قاعدة الترانزستور.

300 عامل تضخيم الترانزستور للشارة.

150 mA ميلي أمبير هي خرج الترانزستور و هي مقدار الشارة بعد أن قام الترانزستور بتضخيمها.

لماذا تحتاج المقاومة التي تبلغ قيمتها 3900 Ω أوم أو 3K9 أوم لأن يمر خلالها 3.9 V فولت لكل واحد ميلي أمبير 1mA؟

لأنه حسب الصيغة (أوفا) OVA من قانون أوم :

O=V/A

أي أن المقاومة (بوحدة الأوم) تساوي الجهد (بوحدة الفولت) مقسوماً على التيار(بوحدة الأمبير).

أوم=فولت\أمبير

نقوم بتحويل الميلي أمبير إلى أمبير لأن هذا القانون يتعامل بوحدة الأمبير و ليس بوحدة الميلي أمبير، و بما أن كل واحد أمبير يساوي ألف ميلي أمبير فإننا نقسم على ألف:

1/1000=0.001

واحد أمبير يساوي واحد بالألف من الأمبير.

كما أن هذا القانون يتعامل بالأوم Ω و ليس بوحدة الكيلو أوم و لذلك يتوجب تحويل الكيلو أوم إلى أوم ، و بما أن كل واحد كيلو أوم يساوي ألف أوم فإننا نضرب بألف:

3.9k=3.9×1000=3900Ω=3.9KΩ=3K9Ω

O=V/A

3900=3.9 V/0.001 A

3900 Ω أوم تساوي 3.9 فولت تقسيم 0.001 A أمبير.

و إذا عبر تيارٌ مقداره نصف ميلي أمبير 0.5mA عبر مقاومةٍ تبلغ قيمتها 3.9 kΩ فسيحدث هبوطٌ للجهد فيها مقداره 2 V فولت تقريباً.

و ذلك وفقاً لصيغة (فو-آ) VOA من قانون أوم :

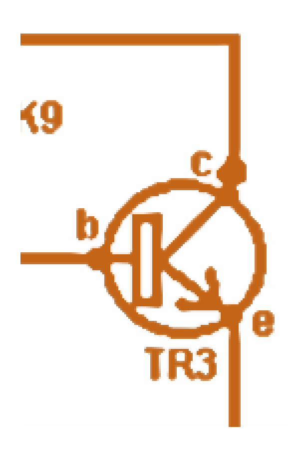
V=O×A

الجهد(بالفولت)=المقاومة(بالأوم) ضرب التيار(بالأمبير).

نعوض بالقيم المتوفرة لدينا:

2V=3900 Ω×0.0005 A

في الحقيقة فإن ناتج العملية السابقة لن يكون 2 فولت و إنما 1.95 V فولت.



إن الجهد ما بين قاعدة و مبدد الترانزستور الثالث يبلغ 0.7 فولت و لذلك فإن الجهد الذي سوف يصل إلى الريليه سوف يكون:

12.0 - 2.0 – 0.7=9.3 V

لماذا؟

لأن جهد البطارية الأساسي يبلغ 12V فولت و سوف يفقد 2 فولت بعد عبوره خلال المقاومة 3K9Ω أوم كما بينت سابقاً ثم سوف ينقص 0.7 فولت و هي مقدار ما يقتطعه الترانزستور لنفسه من الجهد الذي يمر خلاله و لذلك سوف يتبقى منه 9.3 V فولت.

و لذلك يتوجب التأكد بأن الريليه تستطيع العمل بصورةٍ جيدة على جهدٍ مقداره 9.3V.

يقتطع الترانزستور 0.7 V فولت من الجهد الذي يمر عبره و هذه القيمة هي أقل قيمة لإشارة بدء تشغيل يمكن أن يعمل الترانزستور عليها إذا وصلت إلى قاعدته.

و إذا وصلنا زوجين من الترانزستورات على طريقة مُضخم أو ثُنائية دارلينغتون Darlington pair يبلغ كسب (تضخيم) كلٍ منهما 300 بدلاً من الترانزستور الثالث TR3 فإن هبوط الجهد ما بين قاعدتيهما و مبدديهما سوف يكون بالطبع V 1.4 فولت .

لماذا؟

لأن كل واحدٍ من هذين الترانزستورين يقوم باقتطاع جهدٍ مقداره 0.7 فولت من كل جهدٍ يمر من خلاله و بالتالي فإن :

0.7+0.7=1.4V

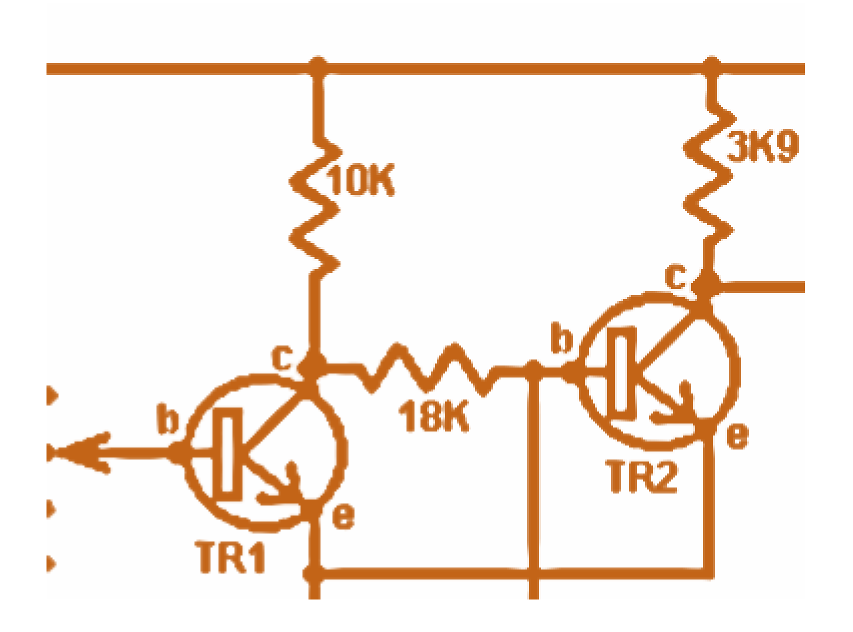
و هذا أمرٌ شائعٌ في مُعظم العناصر الإلكترونية حيث يضيع جزءُ محددٌ من الجهد بعد عبوره في عنصرٍ إلكتروني.

و هذين الترانزستورين الذين تم وصلهما مع بعضهما البعض سوف يحتاجان عندها إلى تيار قاعدة لا يتجاوز:

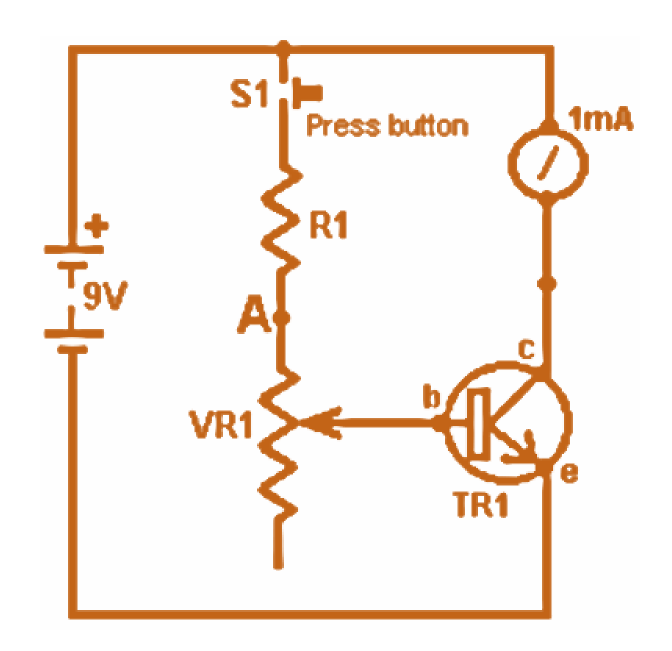
150mA/(300×300)=150/90000=0.0016 mA

و هذا التيار سوف يتعرض لهبوطٍ في الجهد لا يتجاوز V 0.007 فولت في المقاومة 3K9 أي

المقاومة التي قيمتها 3900 كيلو أوم و بذلك فإن الريليه سوف تتلقى جهداً مقداره V 10.6 فولت.



دارة فحص الترانزستورات



يُعرف كسب GAIN الترانزستور أو (معدل تضخيم التيار) بأنه حاصل قسمة تيار المُجمع على تيار المُبدد مقسومةً على حاصل قسمة تيار القاعدة على تيار المُبدد.

طبعاً إذا تذكرت كيف يعمل الترانزستور (ترانزستورات NPN) فإنك لن تنسى هذه القاعدة حيث يعمل الترانزستور وفق الترتيب التالي:

في وضع الإغلاق(عدم التشغيل) تكون المقاومة الداخلية ما بين مُجمع الترانزستور و مُبدده مُرتفعةً جداً و لذلك لا يسمح الترانزستور بمرور أي تيارٍ كهربائي ما بين مُجمعه و مُبدده.

غالباً ما يتم وصل مُجمع ترانزستور NPN براجع العنصر الذي نريد التحكم به عن طريق الترانزستور ، بينما نقوم بوصل مُبدد الترانزستور بأرضي الدارة حيث يقوم الترانزستور بإكمال دارة العنصر الذي نريد التحكم به.

عندما تصل شارة بدء التشغيل إلى قاعدة الترانزستور يتم تبديدها في أرضي الدارة عبر مُبدد الترانزستور.

(تيار القاعدة \ تيار المُبدد)

عندها يعمل الترانزستور فتنهار المقاومة ما بين مُجمعه و مُبدده فيسمح للتيار الكهربائي بالمرور ما بين مُجمعه و مُبدده المتصل بأرضي الدارة فتكتمل بذلك دارة ذلك العنصر فيعمل.

(تيار المُجمع \ تيار المُبدد)

و لكن علينا الانتباه إلى أن حساب معدل كسب أو معدل تضخيم الترانزستور يجري بصورةٍ معاكسة لترتيب تشغيله :

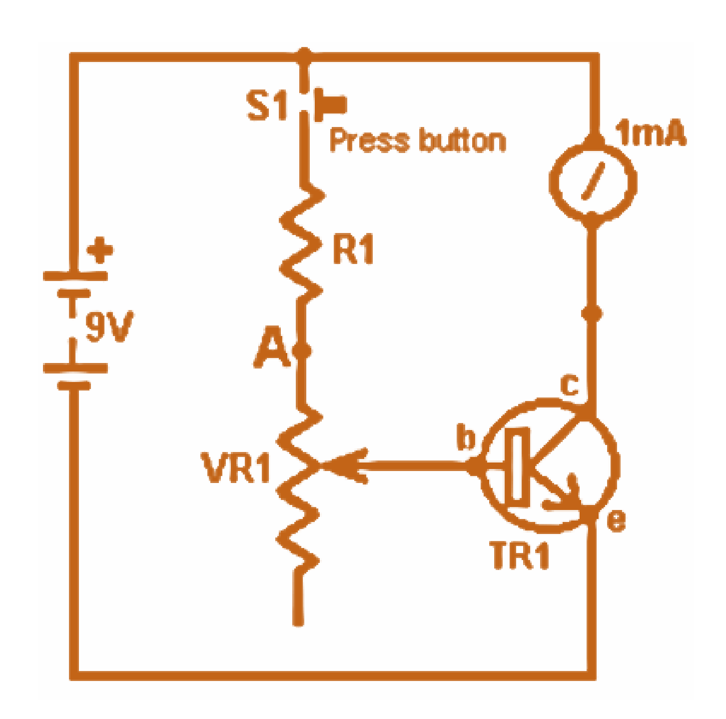
(تيار المُجمع \ تيار المُبدد)\ (تيار القاعدة \ تيار المُبدد)

حتى يستمر الترانزستور في تمرير تيار التشغيل ما بين مُجمعه و مُبدده فلا بد من أن تستمر شارة تشغيل ما بين قاعدته و مُبدده.

و وفقاً للقانون السابق إذا كان هنالك تيارٌ مقداره واحد ميلي أمبير 1 mA يسري في مُجمع الترانزستور (بين مجمع الترانزستور و مُبدده) و تيارٌ مقداره واحد بالمئة من الميلي أمبير 0.01 mA يسري في قاعدة الترانزستور (بين القاعدة و المُبدد) حتى يُبقي على الترانزستور في حالة تشغيل و حتى يحافظ على تدفق التيار ما بين مُجمعه و مُبدده فيقال عندها بأن كسب هذا الترانزستور يبلغ 100 .

أي أن كسب هذا الترانزستور يبلغ 100 عند تيارٍ مقداره واحد ميلي أمبير 1mA.

أي أن التيار الذي يمرره الترانزستور يبلغ مئة ضعف أمبير شارة بدء التشغيل.



المخطط السابق هو مخطط دارة اختبار الترانزستورات .

في المخطط السابق يتم ضبط المقاومة المُتغيرة VR1 و تغيير قيمتها إلى أن تظهر على شاشة مقياس شدة التيار(الأمبير) بأن قيمة مُجمع الترانزستور تبلغ واحد ميلي أمبير 1mA

و بعد ذلك تتم قراءة كسب هذا الترانزستور من خلال مدرجة المقاومة المُتغيرة المرقمة و المعايرة.

إذا كان كسب الترانزستور موضوع الاختبار أو معدل تضخيمه يبلغ عشرة 10 و إذا كان تيار مُجمعه يبلغ واحد ميلي أمبير 1mA فذلك يعني بأن تيار قاعدته يجب أن يكون واحد بالعشرة من الميلي أمبير

0.1 mA

و يتوجب عندها على هذا التيار أن يسري في المقاومة الأولى R1 و التي يتراوح جهدها ما بين 0.7 و 9.0 حتى يكون الجهد ما بين قاعدة الترانزستور و مُبدده 0.7 فولت عندما يكون الترانزستور قيد التشغيل.

نُطبق قانون أوم –الصيغة (أوفا) OVA على المقاومة الأولى.

O=V/A

Ohms=volts/Amps

المقاومة (أوم) = الجهد(فولت) \ شدة التيار(أمبير).

Ohms=3.8 V/0.0001 A=83.000ohms=83kΩ

83 kΩ كيلو أوم = 83000 أوم.

تمرر المقاومة التي تبلغ قيمتها واحد كيلو أوم 1kΩ تياراً مقداره واحد ميلي أمبير 1 mA

إذا مر فيها جهدٌ مقداره واحد فولت .

المقاومة التي تبلغ قيمتها عشرة كيلو أوم 10kΩ تعطي تياراً مقداره واحد بالعشرة من الميلي أمبير 0.1 mA عند جهدٍ مقداره واحد فولت.

عند جهدٍ مقداره 8.3 V يتوجب أن تكون قيمة المقاومة أكبر ب 8.3 مرات حتى تبقي التيار عند حد الواحد بالعشرة من الميلي أمبير 0.1 mA و لذلك يجب أن تكون قيمة المقاومة 83kΩكيلو أوم.

المقاومة التي تبلغ قيمتها 38kΩ كيلو أوم ليست مقاومةً قياسية ؛ للحصول على مقاومة مقدارها 38kΩ كيلو أوم فإننا نصل مقاومة تبلغ قيمتها 82 كيلو أوم مع مقاومة مقدارها واحد كيلو أوم على التسلسل.

هنالك طريقتين رئيسيتين لوصل الترانزستور :

الطريقة الأولى تدعى بطريقة المُبدد المشترك أو المُبدد الأرضي Common Emitter لأنه في هذه الطريقة يتم وصل مُبدد الترانزستور بالخط السالب في الدارة (أرضي الدارة) و هي الطريقة الأكثر شيوعاً لوصل الترانزستورات .

الطريقة الثانية تدعى بطريقة تابع المبدد Emitter-Follower و في هذه الطريقة يتم وصل الحمل إلى الخط السالب في الدارة بدلاً من وصله بمبدد الترانزستور.

و عند استخدام هذه الطريقة من طرق الوصل فإن جهد مبدد الترانزستور يكون أدنى بمقدار 0.7 V فولت من جهد قاعدته .

لماذا؟

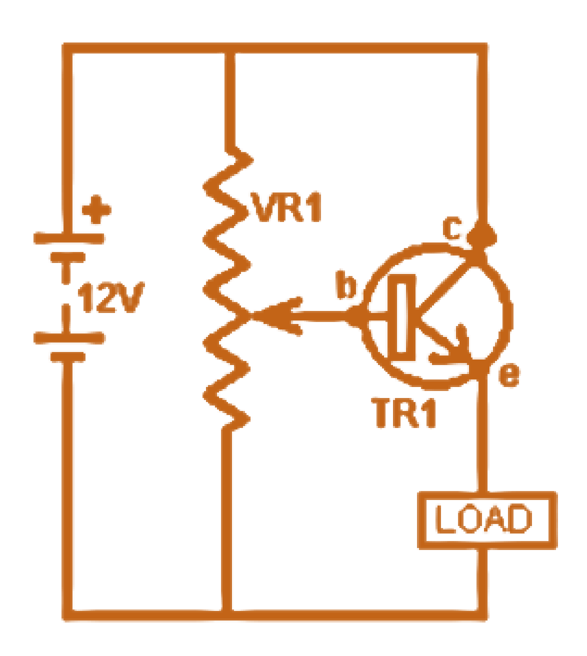
لأن الترانزستور يقتطع لنفسه 0.7 V فولت من الجهد الذي يدخل إليه .

و عند استخدام هذه الطريقة من طرق الوصل فإن جُهد المُبدد يبقى دائماً أدنى ب 0.7 V فولت من جهد قاعدة الترانزستور لأنه أياً يكن جهد شارة بدء التشغيل الذي يصل إلى قاعدة الترانزستور فإن الترانزستور سوف يقوم باقتطاع 0.7 V فولت منها و لذلك فإنه سوف تصل إلى مبدد الترانزستور و هي أدنى ب 0.7 V من قيمتها الأصلية.

و يوصل الترانزستور بهذه الصورة للاستفادة منه في تضخيم التيار الكهربائي الذي يصل إلى قاعدته.



طريقة المبدد التابع Emitter-follower في وصل الترانزستورات



في الشكل السابق إذا كان جهد البطارية 12 V فولت فإن من الممكن ضبط المقاومة المُتغيرة على أي جهدٍ يقع ما بين صفر و 12 V فولت، أي أنه يُمكن للجهد الذي يصل إلى قاعدة الترانزستور أن يتراوح ما بين صفر و 12 V فولت و فقاً للمجال الذي نضبط المقاومة المتغيرة عليه .

يُصبح الترانزستور قيد التشغيل عندما يصل إلى قاعدته جهدٌ يبلغ 0.7 V فولت أو أعلى ، أما جهد مُبدد الترانزستور فيجب دائماً في هذه الحالة أن يكون أدنى ب 0.7 V من الجهد عند قاعدة الترانزستور لأن الترانزستور يقتطع لنفسه دائماً 0.7 V من الجهد و هو المقدار ذاته الذي يقتطعه الدايود من الجهد عند مرور التيار الكهربائي فيه.

إذا كان الجهد الأقصى لمصدر تغذية الدارة يبلغ مثلاً 12 V فولت فإن هذه الطريقة من طرق الوصل تُستخدم في تغذية الحمل بجهدٍ يتراوح ما بين صفر و +11.3 V بالطبع لأن الترانزستور يقتطع لنفسه 0.7 V فولت من الجهد :

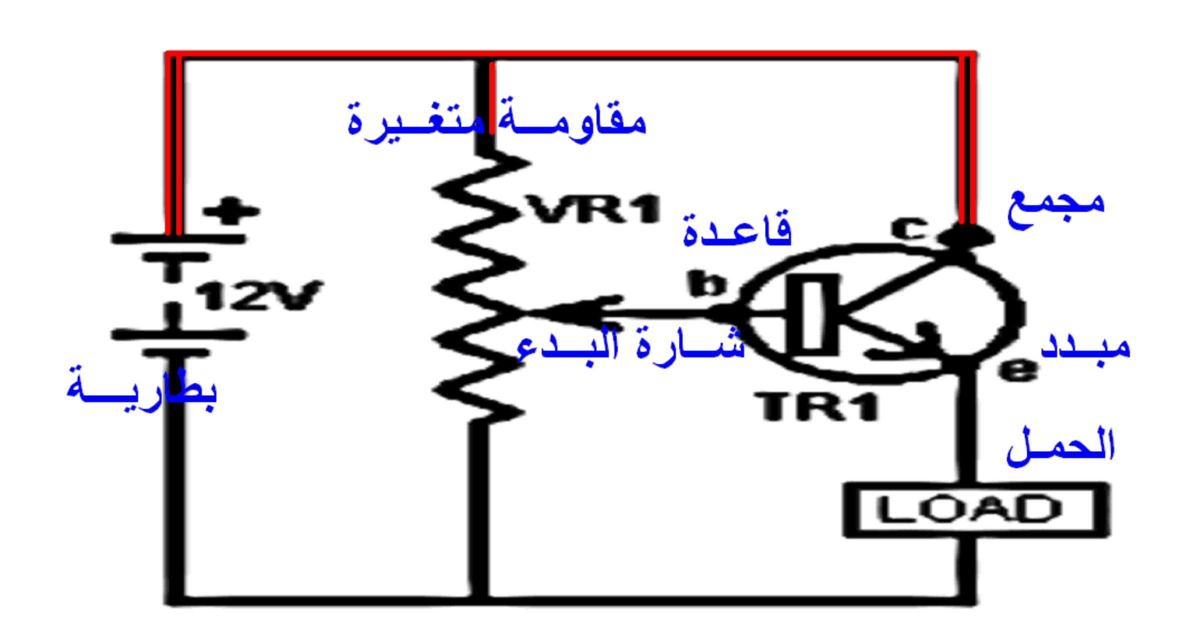
12 – 0.7=11.3 V

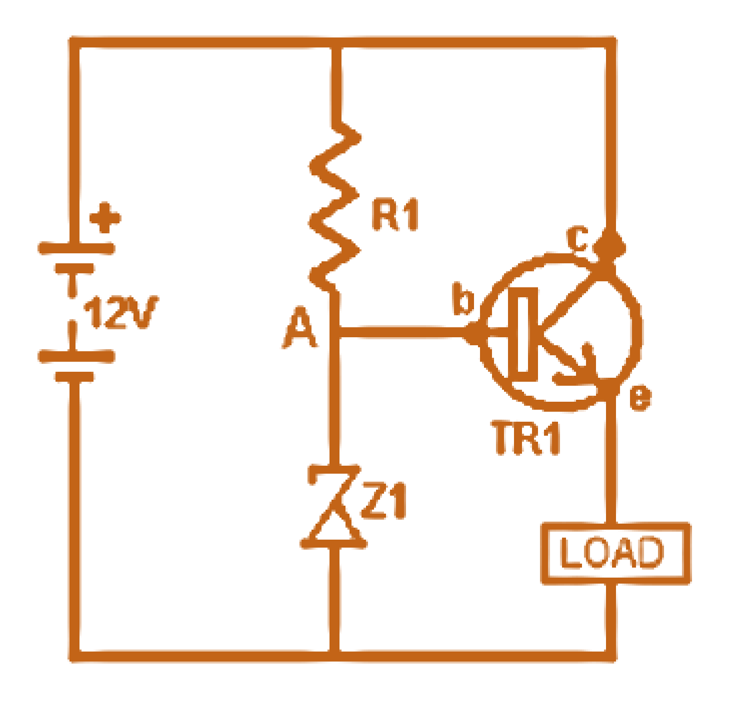
يُدعى هذا النوع من الدارات بتابع المُبدد Emitter-follower.



في طريقة وصل الترانزستور التي مرت معنا سابقاً كنا نصل مجمع الترانزستور بالقطب السلبي للحمل و كنا نصل مبدد لترانزستور بأرضي الدارة أي أن الترانزستور عندما يتلقى شارة التشغيل على قاعدته فإنه كان يقوم بإكمال دارة العنصر الذي يقوم الترانزستور بالتحكم به بأرضي الدارة أي أننا كنا نصل الترانزستور ما بين سالب العنصر و أرضي الدارة.

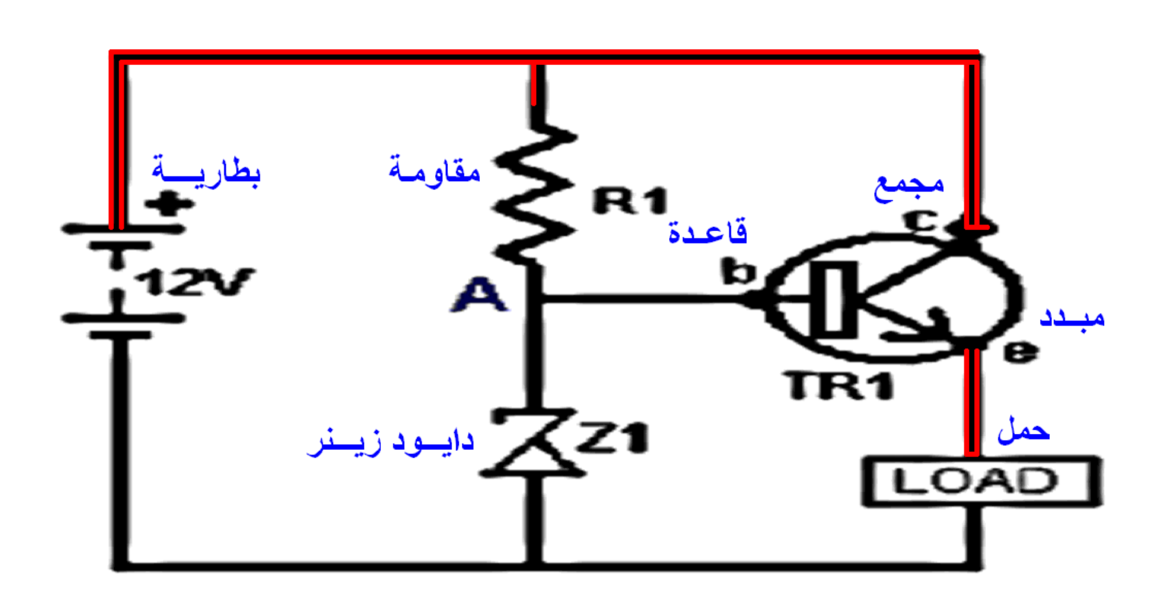
أما في طريقة تابع المبدد فإننا نصل مجمع الترانزستور بموجب الدارة أي أننا نصل مجمع الترانزستورC بالقطب الموجب لمصدر التغذية ، بينما نصل مبدد e الترانزستور بالحمل ، أي أننا في طريقة تابع المبدد نصل الترانزستور ما بين القطب الموجب لمصدر التغذية و بين القطب الموجب للحمل و بالتالي فإنه في طريقة الوصل هذه فإن الترانزستور عندما يتلقى شارة بدء التشغيل فإنه يصل الجهد الموجب إلى الحمل، و عندما تنقطع شارة التشغيل عن الترانزستور فإنه يقطع تيار التغذية الموجب عن الحمل.





تستخدم هذه الطريقة من طرق وصل الترانزستور (الشكل السابق) في تثبيت الجهد في الدارة و في تأمين جهدٍ ثابتٍ للحمل و ذلك باستخدام دايود زينر Z1 حيث يقوم دايو زينر zener diode بتبديد الجهد الزائد في أرضي الدارة .

تقوم هذه الدارة بتأمين جهدٍ ثابتٍ عند النقطة A و ذلك بالاستعانة بدايود زينر الذي يقوم بتبديد الجهد الزائد في أرضي الدارة.



في طريقة تابع المبدد نصل مجمع C الترانزستور بموجب الدارة أي أننا نصل مجمع Cالترانزستور بالقطب الموجب لمصدر التغذية ، بينما نصل مبدد e الترانزستور بالحمل ، أي أننا في طريقة تابع المبدد نصل الترانزستور ما بين القطب الموجب لمصدر التغذية و بين

القطب الموجب للحمل و بالتالي فإنه في طريقة الوصل هذه فإن الترانزستور عندما يتلقى شارة بدء التشغيل فإنه يصل الجهد الموجب إلى الحمل، و عندما تنقطع شارة التشغيل عن الترانزستور فإنه يقطع تيار التغذية الموجب عن الحمل.

في الترانزستورات الكسب = التضخيم .

Gain=Amplification

و قد تتصور بأن جميع الترانزستورات تعمل على جهودٍ منخفضة لا تتجاوز 24 V فولت مثلاً و لكن ذلك غير صحيح إذ أن هنالك ترانزستورات تعمل على جهودٍ عالية تصل إلى 400 V فولت أو أعلى كما أن كثيراً من الترانزستورات تتميز باستطاعة أعلى من 100 W وات أي أنها تحتاجُ فعلياً إلى مبددات حرارية (ممتصات حرارة) Heat sink حتى لا تحترق.

يتم ضبط قاعدة الترانزستور بمقاومة و بدون مقاومة فإن مقداراً هائلاً من التيار سوف يتدفق ما بين مُجمع و مُبدد الترانزستور مما قد يؤدي إلى احتراق الترانزستور.

يتم التحكم بمقدار التيار الذي يتدفق ما بين مُجمع و مبدد الترانزستور من خلال مقدار تيار التحكم الذي يصل إلى قاعدة الترانزستور.

فإذا كان كسب الترانزستور (معدل تضخيمه) 200 فذلك يعني بأن كل واحد ميلي أمبير 1mA

يتدفق إلى قاعدة الترانزستور سوف يؤدي إلى تدفق تيارٍ مقداره 200mA ميلي أمبير ما بين مُجمعه و مُبدده ، إلا إذا كان هنالك حملٌ ما بين مصدر تغذية الدارة و بين مُجمع الترانزستور حيث يعمل الحمل على إعاقة تدفق التيار و هذا هو الوضع الطبيعي.

و على سبيل المثال إذا تدفق تيارٌ مقداره نصف ميلي أمبير 0.5mA إلى قاعدة الترانزستور فإن تياراً تبلغ شدته 100mAميلي أمبير سوف تتدفق ما بين مُجمع الترانزستور و مبدده.

كلما كان التيار الذي يعمل عليه الترانزستور أعلى كان كسبه الحقيقي أكبر .

يُصبح الترانزستور قيد التشغيل إذا تلقى شارةً على قاعدته يبلغ جهدها 0.7 V فولت أو أعلى من ذلك.

لا يتغير مقدار جهد شارة التشغيل التي يتلقاها الترانزستور على قاعدته مهما ارتفع التيار الذي يمر عبره فالذي يتغير هو تيار (أمبير) شارة التشغيل التي يتلقاها الترانزستور على قاعدته و

ليس جهد تلك الشارة (الفولت) ، حيث يبقى جهد شارة التشغيل ثابتاً عند 0.7 V فولت حتى لو ازدادت شدة تيار التشغيل التي تمر عبر قاعدة الترانزستور من واحد ميلي أمبير إلى مئة ميلي أمبير.

الدايود

يتميز الدايود بمقاومة انتقائية فهو يتميز بمقاومةٍ عاليةٍ جداً بأحد اتجاهيه و مقاومةٍ منخفضةٍ جداً في الاتجاه الآخر و بذلك فإنه يسمح بمرور التيار الكهربائي باتجاهٍ واحدٍ فقط.

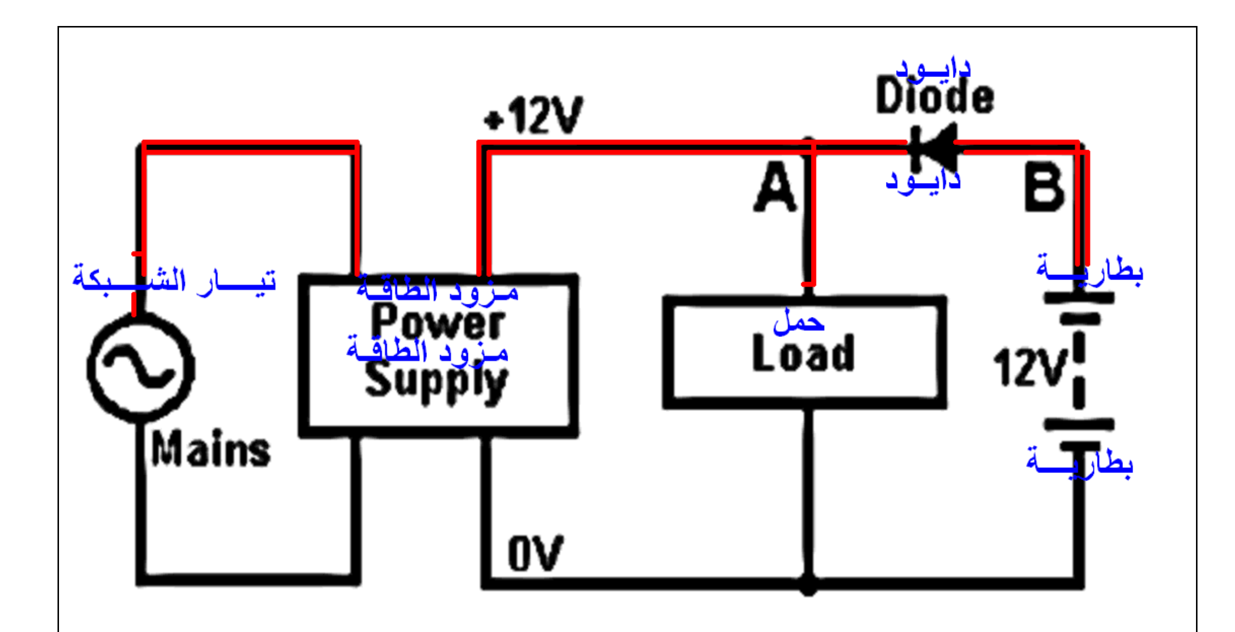
تُصنع الدايودات إما من الجيرمانيوم Germanium أو السيليكون Silicon .

تُستخدم دايودات الجيرمانيوم مع التيارات المتناوبة التي يكون جهدها شديد الانخفاض مثل الشارات الراديوية اللاسلكية التي تصل عبر الهوائيات ذلك أن تلك الشارات تكون مُنخفضة الجهد حيث أن دايودات الجيرمانيوم تحتاج إلى جهدٍ منخفضٍ جداً لا يتجاوز 2 بالعشرة من الفولت 0.2 V فولت حتى تتمكن من تمرير الإشارة .

و ذلك بخلاف دايودات السيليكون حيث أنها تحتاج إلى جهدٍ أعلى يتراوح ما بين 6 و 7 بالعشرة من الفولت 0.7 V حتى تستطيع تمرير الإشارة و هو المقدار ذاته الذي يتطلبه الترانزستور حتى يُمرر الإشارة.

غير أن دايودات الجيرمانيوم حساسةٌ جداً لتغيرات درجة الحرارة و لذلك فإنها لا تصلح للاستخدام في الدارات التي ترتفع درجة حرارتها كثيراً عند التشغيل.

من أشهر استخدامات دايودات السالیكون دارات التحويل من تغذية شبكة إلى تغذية بطارية و بالعكس و هذه الدارة تستخدم في تشغيل الأجهزة الإلكترونية على بطارية عند حدوث انقطاعٍ مفاجئٍ في تيار الشبكة .



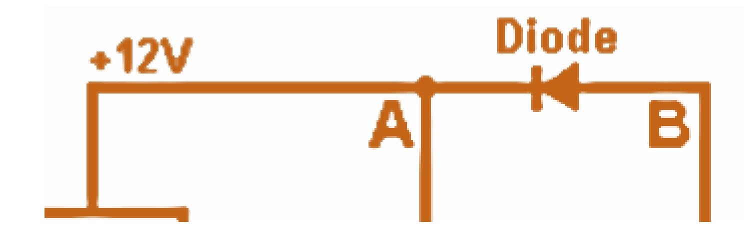
في الدارة السابقة لدينا في الجهة اليسرى تيار الشبكة العامة العالي الجهد 110V أو 220V فولت و مزود طاقة يقوم بتحويل الجهد العالي المتناوب إلى جهدٍ منخفض مستمر يصلح لتغذية الحمل.

و في الجهة اليمنى لدينا بطارية B يبلغ جهدها 12 V فولت .

إذاً فإن الجهد عند النقطة A يبلغ 12 فولت و كذلك الحال عند النقطة B فإن الجهد 12V و لذلك لا يحصل هنالك أي هبوطٌ في الجهد voltage drop و بالتالي فإن التيار الكهربائي لا يتحرك من البطارية إلى ما بعد الدايود و النقطة A .

و كذلك فإن تيار مزود الطاقة لا يستطيع التحرك إلى البطارية لأن الجهدين متعادلين.

و لكن ماذا لو اختل التوازن ما بين هذين الجهدين نتيجة حدوث ارتفاعٍ في جهد مزود الطاقة فهل يستطيع التيار التحرك من مزود الطاقة إلى البطارية؟



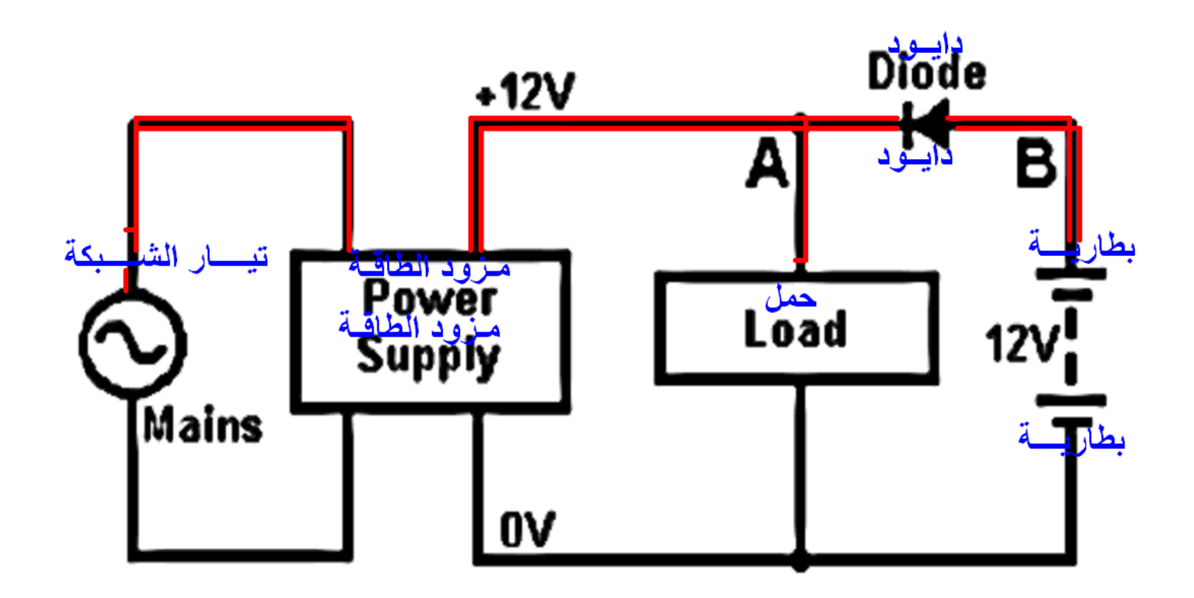
إن الدايود عندها سوف يمنع أي جهدٍ موجب من تجاوز النقطة A و تجاوزه و الوصول إلى البطارية .

لماذا؟

لأن قطب الدايود السالب (رأس المثلث) متجهٌ نحو النقطة A ، و كما تعلمون فإن قطب الدايود السالب لا يسمح لأي تيارٍ موجب بالمرور عبره و العكس صحيح حيث لا يسمح قطبه الموجب (قاعدة المثلث) لأي تيارٍ سالب بالمرور عبره.

آلية عمل الدارة

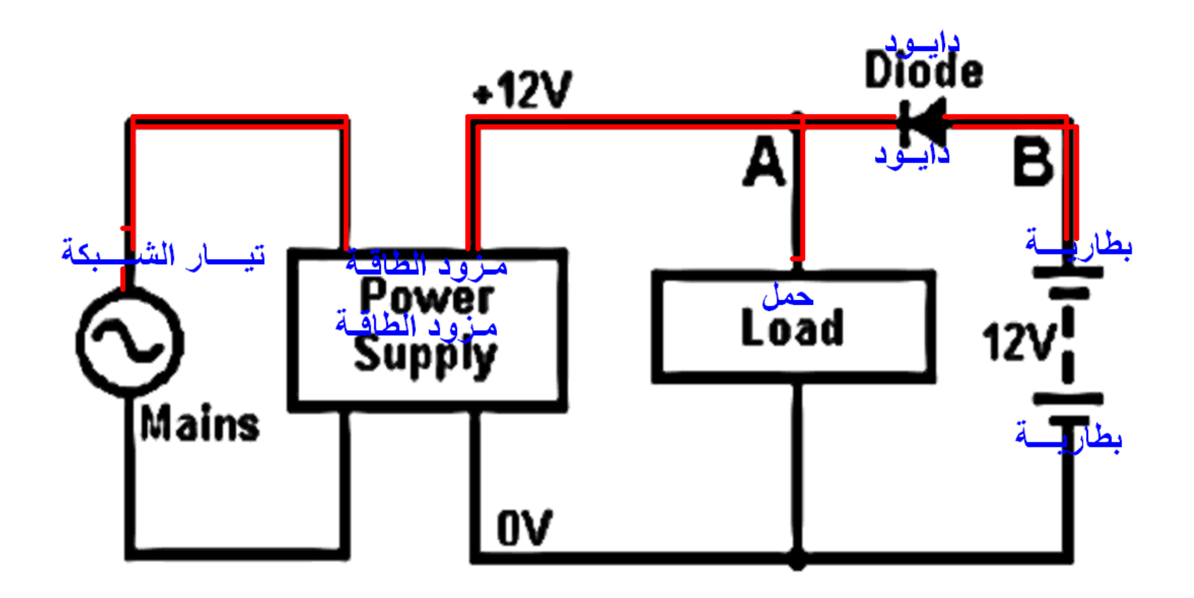
عند حدوث انقطاعٍ مُفاجئ في الشبكة العامة ينهار الجهد عند النقطة A و لذلك فإن جهد البطارية ينتقل من منطقة الجهد الأعلى B إلى منطقة الجهد الأدنى فيقوم بتغذية الحمل ، و بالطبع فإن الدايود سوف يسمح بعبور جهد البطارية لأن جهد البطارية موجب و قطب الدايود الموجب(قاعدة المثلث) هو باتجاه البطارية .



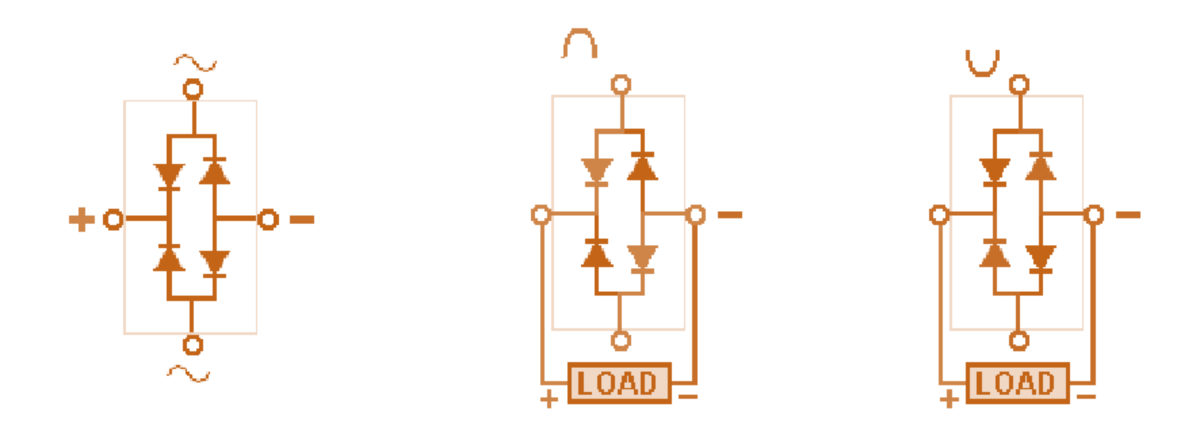


يبدأ الدايود بتزويد الحمل بالطاقة بمجرد هبوط الجهد عند النقطة A بمعدل 0.7 V بحيث يُصبح الجهد عند هذه النقطة أقل ب 0.7 V فولت من الجهد الموجود ما قبل الدايود عند النقطة B ، و بالطبع سيتم تزويد الحمل بالطاقة خلال جزءٍ من المليون من الثانية و لذلك لن يحدث أي انقطاعٍ لحظي في التيار الكهربائي.

إذاً فإن الدايود يبدأ بتغذية الحمل بمجرد أن يهبط الجهد عند النقطة A بمعدل 0.7 V فولت ، أي عندما يُصبح الجهد 11.3 V و يستمر الدايود بإكمال النقص المتزايد شيئاً فشيئاً إلى أن يقوم بتزويد الحمل بكامل الجهد عندما يحدث انقطاعٌ كلي للتيار الكهربائي في الشبكة العامة.



تقويم التيار الكهربائي rectification



تقويم التيار الكهربائي rectification

هل تساءلت يوماً ما كيف أنك تضع مقبس أو فيشة أي جهازٍ إلكتروني بأي وضعٍ كان في مأخذ الشبكة و مع ذلك فإن الجهاز يعمل بشكلٍ طبيعي ؟

أي أن بإمكانك أن تضع (فيشة) الجهاز الإلكتروني بوضعية معينة فيعمل ثم تقلبه و تضعه في الوضعية المعاكس فيعمل الجهاز كذلك بالرغم من انعكاس قطبيه.

إن سبب ذلك يكمن في أن هنالك في بداية كل جهازٍ إلكتروني يعمل على تيار الشبكة العامة آلية تعرف بجسر التقويم و هذه المنظومة تتألف من أربعة دايودات يبلغ جهد كلٍ منها نحو 1000 V

فولت و يستطيع تمرير 35 A أمبير.

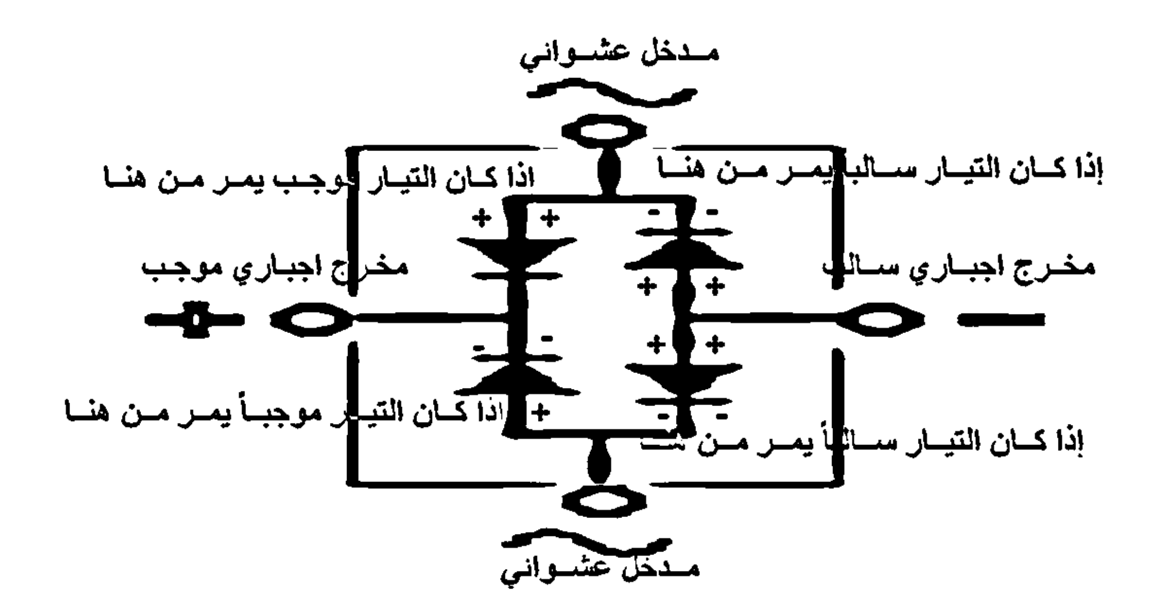
جسر التقويم شديد الأهمية و لا بد لكل مهتمٍ بمجال الإلكترونيات من أن يفهم طريقة عمله لأنه لا يوجد تقريباً جهازٌ إلكتروني يعمل على تيار الشبكة العامة إلا و يحتوي على جسر تقويم.

يعتمد جسر التقويم في عمله على خاصية أن الدايود يُمرر التيار الكهربائي في اتجاهٍ واحدٍ فقط و هو الاتجاه الذي يوافق قطبيته حيث أن قطبه الموجب لا يُمرر إلا تياراً موجباً لداخل الدايود و لكنه يسمح بطرد التيار السالب إلى خارج الدايود.

لا يمرر قطب الدايود السالب إلا تياراً سالباً لداخل الدايود و لكنه يسمح بطرد التيار الموجب إلى خارج الدايود.

تنتظم دايودات جسر التقويم الأربعة بحيث يكون لها مدخلين عشوائيين و هما المدخلين المتصلين مع (فيشة) الجهاز و يتألف كل مدخلٍ من هذين المدخلين العشوائيين من التقاء القطب السالب لأحد الدايودين مع القطب الموجب لدايودٍ ثاني بحيث أنه إذا مر تيارٌ سالب فإنه سوف يدخل إلى القطب السالب أما إذا مر تيارٌ موجب فإنه يمر في القطب الموجب.

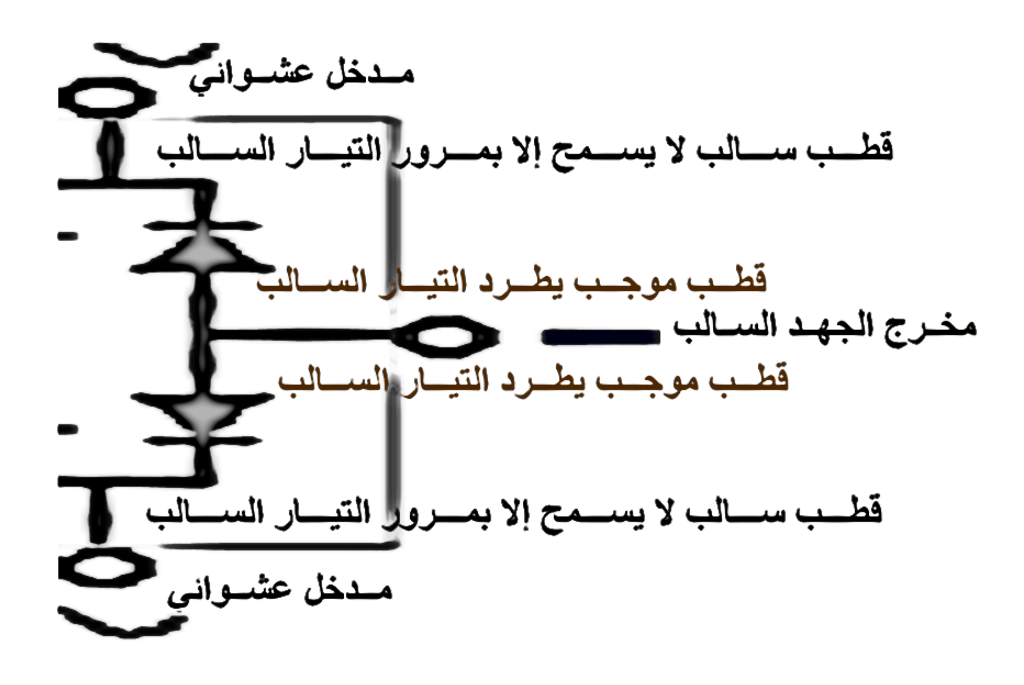
و هنالك مخرجين إجباريين، اثنين منهما موجبين يقومان بتخريج تيارٍ سالب (يطردان التيار السالب) و اثنين منهما سالبين يقومان بتخريج التيار الموجب(يطردان التيار الموجب).



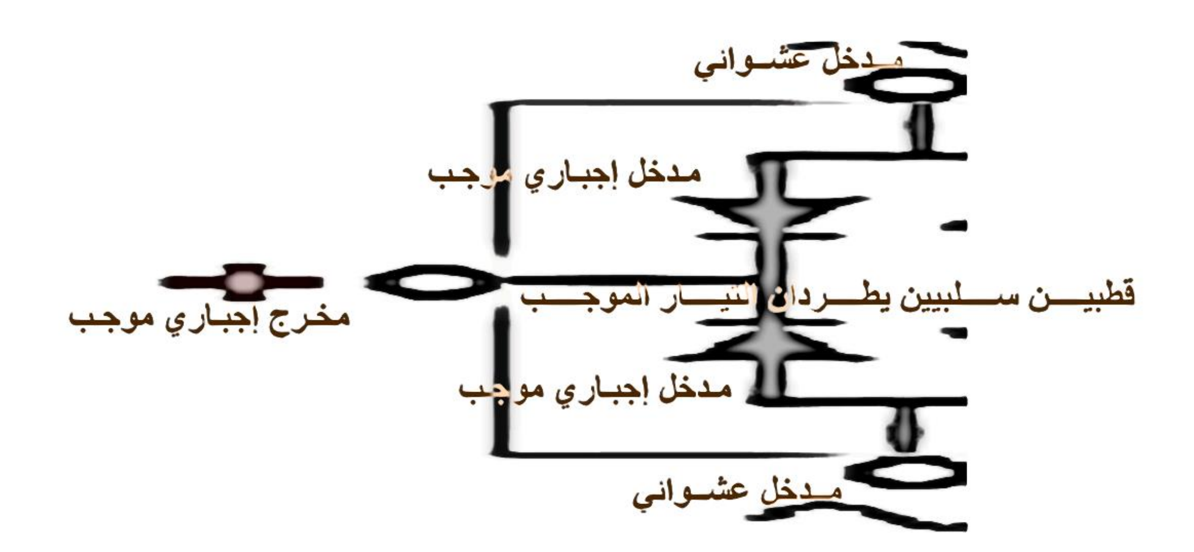
نقوم بوصل الدايودات الأربعة في جسر التقويم على شكلٍ رباعي بحيث يكون لدينا أربعة أضلاع :

ضلعين يحتويان على قطبين متماثلين متقابلين (موجب -موجب) و (سالب –سالب):

موجب-موجب

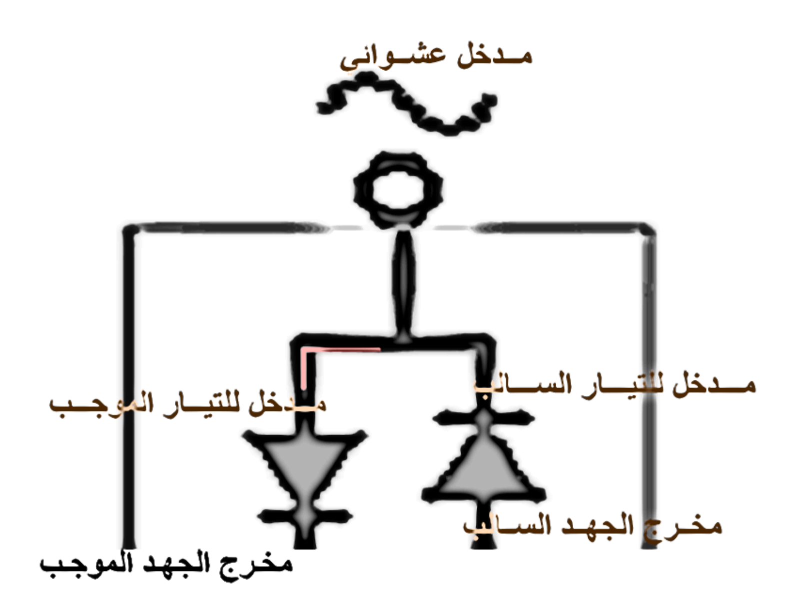


سالب-سالب

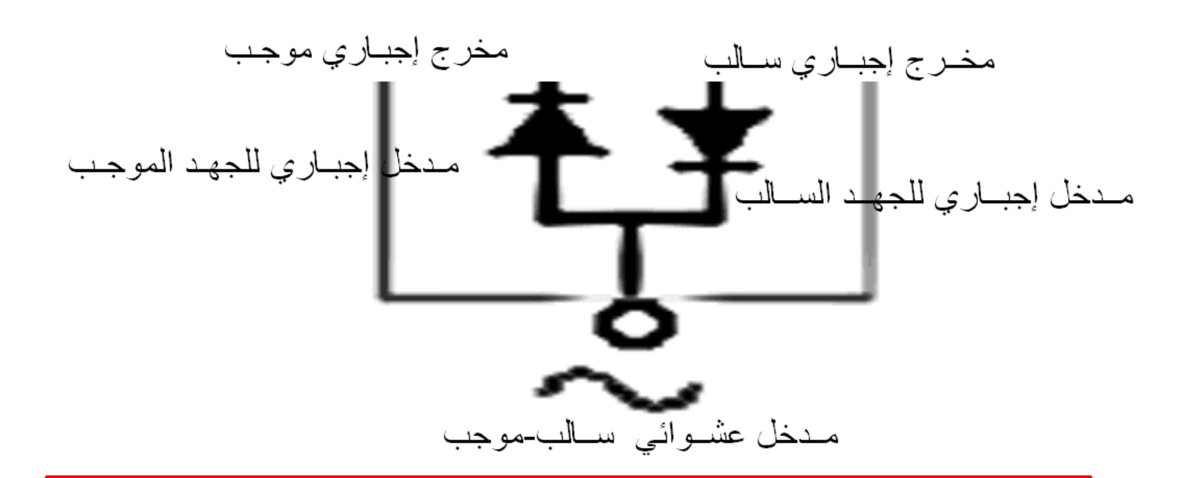


و ضلعين يحويان قطبين متعاكسين :

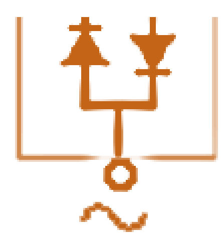
موجب-سالب

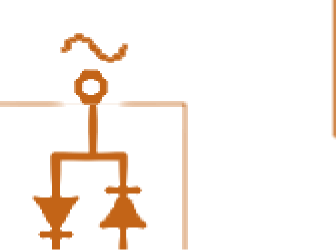


و سالب-موجب



و الآن بما أن تيار الشبكة المتناوب تيارٌ عشوائي و لا قطبية له و لا اتجاه فإننا نصل مدخلي قطبي التيار المتناوب ما بين كل قطبين متعاكسين من قُطبي الدايود كما هو مُبينٌ في الشكل:

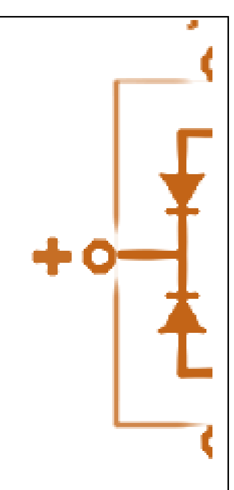




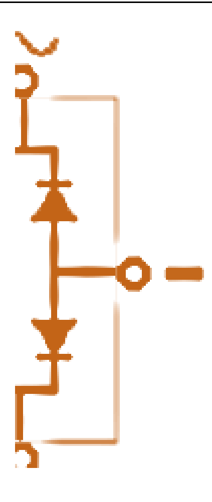
بحيث ان الموجات الموجبة في هذا التيار تدخل إلى القطب الموجب للدايود دون أن تستطيع الرجوع لأن الدايود لا يسمح للتيار ذو القطبية الواحدة بالحركة إلا في اتجاهٍ واحدٍ متوافقٍ مع قُطبيته.

أما الموجات السلبية الموجودة ضمن التيار المُتناوب فإنها تدخل إلى القطب السالب للدايود دون ان تتمكن من الارتداد و الرجوع لأن الدايود يسمح بالحركة في اتجاهٍ واحدٍ متوافقٍ مع قطبيته .

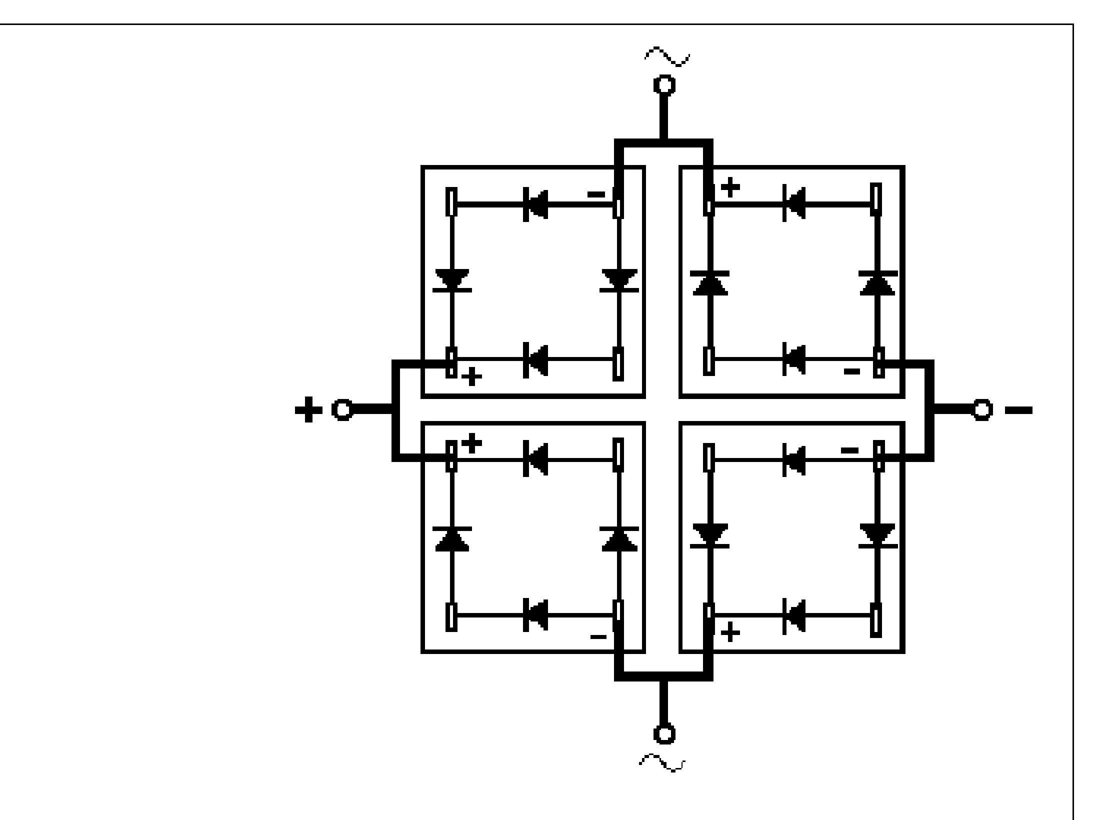
و بذلك فإن الدايودات تقوم أولاً بأول بفرز الموجات الموجبة عن الموجات السالبة الموجودة ضمن التيار المتناوب و تُرغم التيار الموجب على الخروج من المخرج الإجباري للتيار الموجب و الذي يتكون من قطبين سالبين مُتقابلين حيث يقوم هذين القطبيين السالبين بطرد التيار الموجب:



كما تجبر التيار السالب على الخروج من المخرج الإجباري الذي يتكون من قطبين موجبين مُتقابلين:

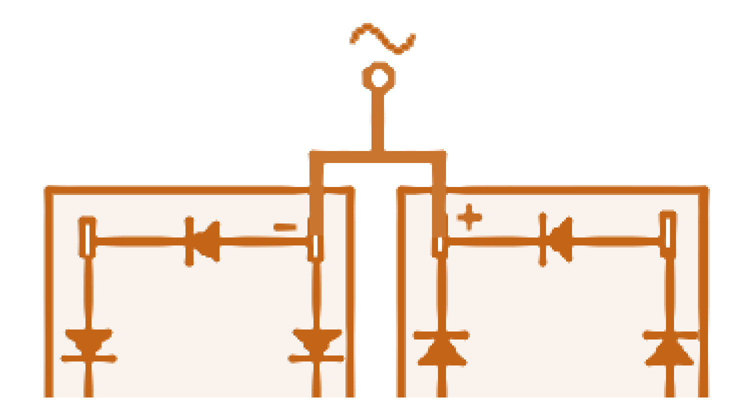


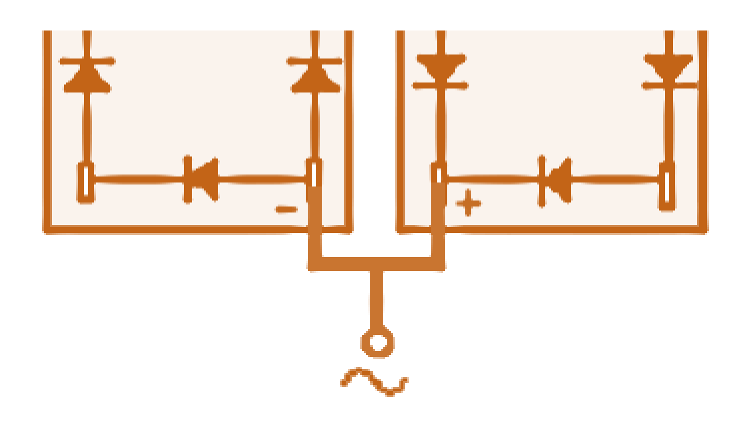
و الآن بعد أن تعلمنا كيف نصنع جسر تقويم يمكن أن نصل عدة عدة جسور تقويم مع بعضها البعض لزيادة استطاعتها .



في الشكل السابق لدينا أربع مجموعات تقويم تتألف كل مجموعةٍ منها من أربعة دايودات بحيث يكون هنالك مدخلين عشوائيين للتيار المُتناوب (سالب-موجب) (موجب-سالب) و مخرجين إجباريين محددي القطبية (موجب-موجب) (سالب-سالب) .

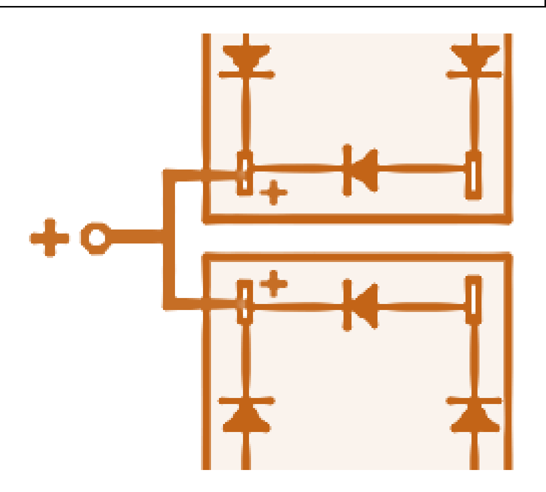
يدخل التيار العشوائي المتناوب إلى جسر التقويم هذا ما بين أقطاب الدايود المُتعاكسة القطبية(سالب-موجب) (موجب-سالب) :



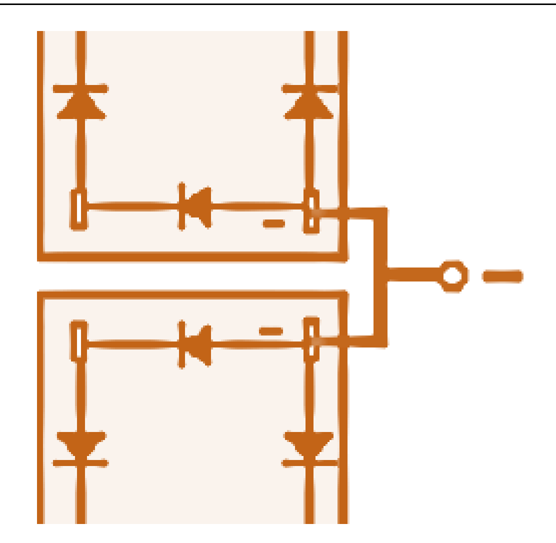


فإذا كانت الموجة موجبة دخلت إلى القطب الموجب للدايود و انتظمت فيه و إذا كانت الموجة سالبة دخلت إلى القطب السالب للدايود ، و بذلك يتم فرز الموجات الموجبة عن الموجات السالبة و يُصبح لدينا تيارٌ مُقوم يتألف من قطبٍ موجب و قطبٌ سالب (موجب-موجب) (سالب-سالب)

لاحظ كيف أن الأقطاب السلبية المتماثلة المتقابلة(رؤوس المثلثات) تُشكل مخارج إجبارية للتيار الموجب لأنه تقوم بطرد التيار الموجب.



لاحظ كيف أن الأقطاب الموجبة المتماثلة المتقابلة(قواعد المثلثات) تُشكل مخارج إجبارية للتيار السلبي لأنه تقوم بطرد التيار السلبي.



تتميز دايودات الجيرمانيوم بجهدٍ أمامي forward voltage أي جهد تشغيلٍ منخفض بحدود 0.2 فولت أي 2 بالعشرة من الفولت و لذلك فإن هذه الدايودات تُستخدم في الدارات المُنخفضة الجهد.

بينما تتميز دايودات السيليكون بجهد تشغيلٍ بحدود 0.7 V فولت غير أنها أكثر احتمالاً للحرارة.

LED=Light Emitting Diode

الليد هو دايود مصدرٌ للضوء.

تعمل الليدات الضوئية على تيارٍ يتراوح ما بين 8 و 30mA ميلي أمبير و عند استخدام جهدٍ يبلغ 12 فولت يجب حماية الليدات بمقاومةٍ تتراوح قيمتها ما بين 330Ω أوم و 1kΩ واحد كيلو أوم.

الاختلاف بين الثايريستور Thyristor و الترانزستور

يشبه الثايريستور الترانزستور من حيث طريقة عمله و لكنه يختلف معه من ناحية أن الترانزستور يقوم بتمرير التيار الكهربائي عندما يتلقى شارة تشغيل على قاعدته و يستمر في

تمرير التيار الكهربائي طالما استمرت شارة التشغيل في الوصول إلى قاعدته و لكنه يتوقف عن تمرير التيار الكهربائي عندما تنقطع شارة التشغيل و لا تصل إلى قاعدته.

أما الثايريستور فإنه يستمر في تمرير التيار بعد وصول شارة بدء التشغيل إلى بوابته حتى إذا انقطعت شارة التشغيل عن بوابته ، و لا يتوقف الثايريستور عن العمل إلا إذا تم قطع التيار الكهربائي عنه بشكلٍ كلي و عندها لا يعود للعمل مُجدداً إلا إذا وصلت شارة بدء تشغيل إلى بوابته.

غالباً ما يتم استخدام الثايريستور في دارات التيار المُتناوب AC .

لا يعمل الثايريستور إلا على جهدٍ موجب و يتجاهل تماماً الجهد السالب ولا يتعامل معه، و للتغلب على نقطة الضعف هذه تم ابتكار الترياك Triac و هذا الترياك يعمل على كلٍ من الجهد الموجب و الجهد السالب.

العازل الضوئي Opto-Isolator

يتألف العازل الضوئي من ليد ضوئي و ترانزستور حساس للضوء – عند إضاءة الليد الضوئي يعمل الترانزستور ،وغالباً ما يكون الليد الضوئي ذو جهدٍ مُنخفضٍ جداً و إضاءةٍ خافتة بينما يكون الترانزستور الضوئي شديد الحساسية للضوء و ذو جهدٍ عالي.

ما هي فائدة العازل الضوئي؟

إنه يُمكن دارةً حساسة ذات جهدٍ مُنخفض من التحكم بدارةٍ ذات جهدٍ عالي دون أن يحصل أي تماسٍ بينهما .

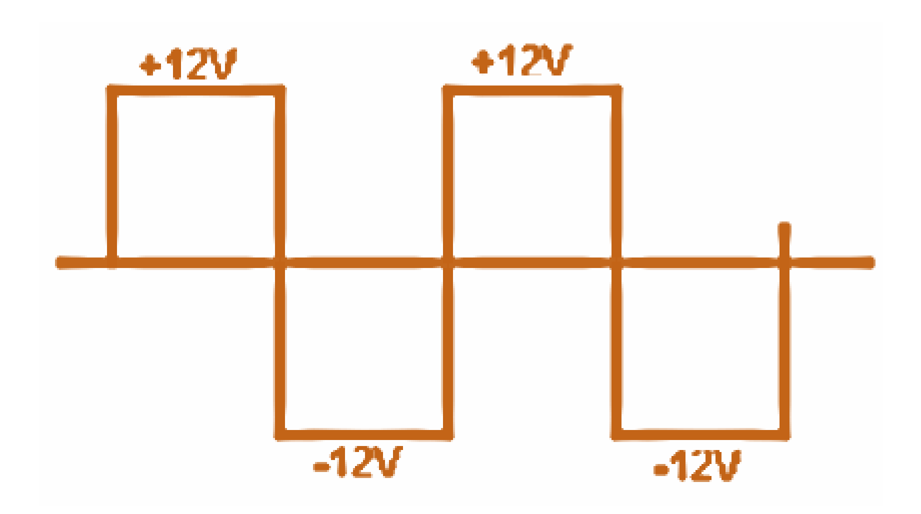
لا يختلط الجهد العالي للدارة الثانية (دارة ترانزستور الجهد العالي) مع الجهد المنخفض للدارة الأولى (دارة الليد الضوئي) ذو الجهد المنخفض.

يُستخدم العازل الضوئي في معظم دارات التغذية التي تعمل على تيار الشبكة العامة هذه الدارات التي تتألف من قسمين: قسمٌ يسري فيه جهدٌ عالي 110-220V فولت و قسمٌ يسري فيه جهدٌ منخفض بحدود 12 V فولت.

عندما ننظر إلى دارات التغذية تلك من الجهة السفلى نتبين بأنها تتألف من قسمين منفصلين تماماً عن بعضهما البعض لا يجمع بينهما إلا العازل الضوئي و المحول(الترانس) علماً أنه لا يوجد تماسٌ مباشر بين ملفي الترانس : ملف الجهد العالي و ملف الجهد المنخفض.

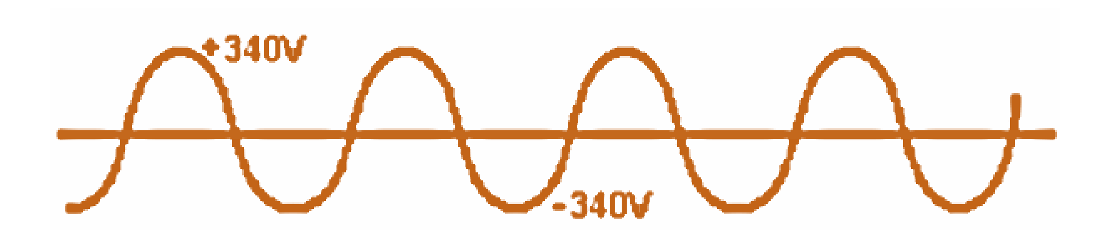
double-pole change over switch

مُفتاح تحويل ثنائي القطب



يُمثل الشكل السابق جهدٌ متناوبٌ ذو موجة مربعة الشكل.

يُستخدم الجهد ذو الموجة المربعة الشكل في تشغيل الأجهزة الإلكترونية.



يمثل الشكل السابق شكل الموجة المتناوبة في تيار الشبكة المتناوب حيث يصعد و يهبط تحت خط الصفر.

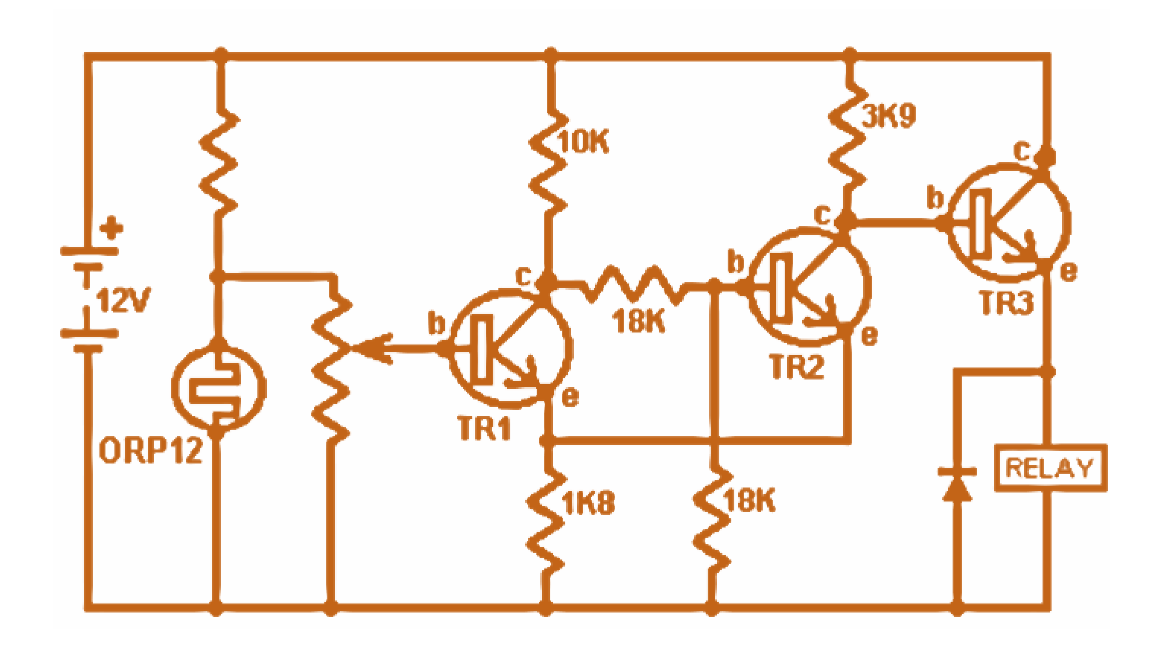
عندما يُقال بان تردد التيار يبلغ 50hz هرتز مثلاً فذلك يعني بأن التيار يصعد و يهبط 50 مرةً في الثانية.

يتوجب في الأجهزة التي تعمل على تيار الشبكة المتناوب استخدام عناصر لا يقل جهدها بأي حالٍ من الأحوال عن 360 V لأن جهد التيار المُتناوب يصل عند ذروته العليا إلى 339.4 V

فولت هذا إذا كان الجهد الاسمي 220 V أو 240 V أما إذا كان الجُهد الاسمي 110 V فولت كما في الشبكة العامة في الولايات المتحدة حيث يبلغ تردد التيار الكهربائي هناك 60Hz هرتز في الثانية فإن الجهد يصل عند ذروته إلى 160 V فولت .

و لهذا السبب فإننا في دارات التغذية و الدارات التي تكون على اتصالٍ مباشر مع تيار الشبكة نستخدم مكثفات(مُتسعات) لا يقل جُهدها عن 400 V فولت .

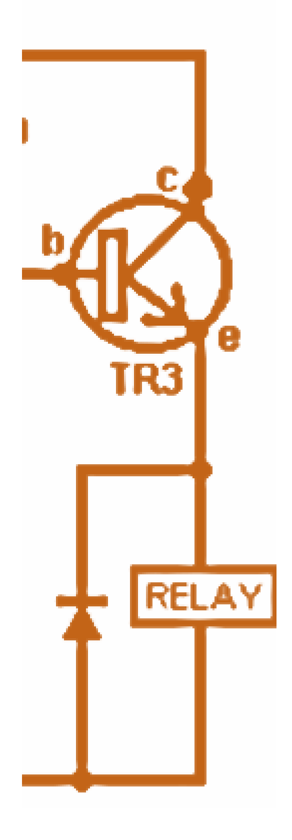
تتميز الملفات الكهربائية بخاصيةٍ فريدة و هي أنه عندما يتغير التيار الكهربائي الذي يمر عبرها فإن تلك الملفات تُعارض ذلك التغيير.



لدينا في الدارة السابقة دايود وحيد موجودٌ في أسفل الجهة اليمنى من الدارة متصلٌ على التوازي مع الريليه ، أي أنه مُتصلٌ ما بين موجب الريليه و أرضي الدارة .



و قد يبدو هذا الدايود بلا فائدة في الدارة غير أنه يؤدي مُهمةً كبيرة حيث انه يحمي الترانزستور الثالث TR3 في الدارة من التلف ذلك أن الترانزستور الثالث عندما يُصبح قيد التشغيل فإن جُهداً يبلغ نحو +10V فولت يتجه من مُبدد الترانزستور الثالث إلى الريليه ليقوم بتغذيتها:



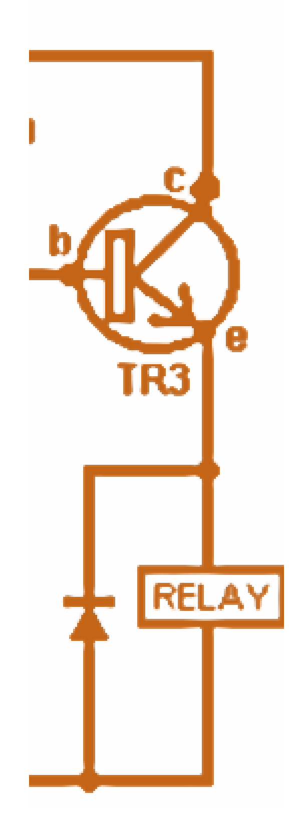
و عندما يتم إيقاف تشغيل هذا الترانزستور فإن الجهد في الريليه ينهار بشكلٍ مفاجئ غير أن التيار في الريليه لا يتوقف عند حد صفر فولت و لكنه يستمر في الهبوط إلى ما دون الصفر ناقلاً هبوطه هذا كذلك إلى مُبدد الترانزستور e .

فإن لم يكن هنالك دايود مُتصلٌ على التوازي مع الريليه فإن الجهد عند مُبدد الترانزستور سوف يستمر في الهبوط ليصل إلى ما دون الصفر ، بينما سيكون الجهد عند مجمع الترانزستور جُهداً موجباً مقداره +12 V فولت فإذا أصبح جهد مُبدد الترانزستور جُهداً سلبياً دون الصفر بمقدارٍ كبير فإن مُجمع الترانزستور قد يقوم بسحب جهدٍ موجبٍ مُعاكس يفوق مقدرته على الاحتمال و هو الأمر الذي قد يؤدي إلى إتلاف الترانزستور.

عندما تكون الريليه في وضعية التشغيل لا يكون هنالك أي عملٍ للدايود كما يُظهر الدايود عندها مقاومةً عاليةً جداً للتيار .

و لكن عند إيقاف تشغيل الريليه ينهار الجهد في ملفها إلى ما دون الصفر و في الحقيقة فإن الدايود يبدأ بالعمل عندما يُصبح جهد ملف الريليه أقل ب 0.7 V فولت من جهد أرضي الدارة حيث يعمل الدايود على تثبيت الجهد عند هذا الحد إلى أن يتم تبديد كافة الطاقة المُتبقية في ملف الريليه.

و كلما حاول ملف الريليه أن يقوم بخفض الجهد ازدادت موصلية الدايود للتيار الكهربائي و هذا الأمر يُبقي على الجهد في الترانزستور الثالث أعلى ب 0.7 V فولت فقط من جهد البطارية و بذلك فإنه يقي الترانزستور من سحب مقادير عالية من الجهد و يحميه من التلف.



معادلة القدرة

إن حجم القوة التي يُنتجها مؤثر المحرك تعتمد على قوة التيار و قوة الحقل المغناطيسي و طول السلك بالصورة التالية:

بفرض أن القوة المطبقة على الموصل الذي ينقل التيار هي بزاويةٍ قائمة 90° درجة مع الحقل المغناطيسي.

القوة بالنيوتن =التيار (أمبير)×طول السلك(متر)×قوة الحقل المغناطيسي(تيسلا).

(نامت) عملية ضرب NAMT

$N=A\times m\times T$

مغناطيس يُنتج تدفقاً مغناطيسياً تبلغ كثافته 4 بالعشرة من التيسلا 0.4 T فإذا كان طول السلك يبلغ مترين و كان بزاويةٍ قائمة 90° درجة مع الحقل المغناطيسي بتيارٍ تبلغ شدته 3A أمبير يتدفق خلال ذلك السلك فما هو مقدار القوة الواقعة على ذلك السلك.

نطبق معادلة حساب قوة مؤثر المحرك:

القوة بالنيوتن =التيار (أمبير)×طول السلك(متر)×قوة الحقل المغناطيسي(تيسلا).

(نامت) عملية ضرب NAMT

$N=A\times m\times T$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$N=3A\times 2m\times 0.4T$

$3\times 2\times 0.4=2.4$ N

2.4 N نيوتن.

هنالك قوة تبلغ واحد نيوتن مطبقة على سلكٍ ينقل تياراً تبلغ شدته 2 بالعشرة من الأمبير0.2 يشكل زاويةً قائمة 90° درجة مع الحقل المغناطيسي و يبلغ طول السلك 0.5m نصف متر .

احسب كثافة التدفق المغناطيسي في ذلك الحقل المغناطيسي.

نطبق معادلة حساب قوة مؤثر المحرك:

القوة بالنيوتن =التيار (أمبير)×طول السلك(متر)×قوة الحقل المغناطيسي(تيسلا).

(نامت) عملية ضرب NAMT

$N=A\times m\times T$

نعوض بالقيم المتوفرة:

$1N=0.2\ A\times 0.5m\times\ T?$

كما ترون فإن لدينا عملية ضرب تتألف من نتيجة معلومة 1N و ثلاث عناصر اثنين منها معلومة و واحدٌ منها مجهول T لاكتشاف قيمة العنصر المجهول T فإننا نعكس عملية الضرب إلى عملية قسمة و نقوم بقسمة ناتج عملية الضرب عل ناتج ضرب العنصرين المعلومين ببعضهما البعض فنكتب:

$1N/0.2\ A\times 0.5m=1N/0.1=10$ T

10 T تيسلا.

الاستفادة العملية من ردات فعل الملفات

محرك بن تيلBen Teal الكهرومغناطيسي المكبسي – محرك المكابس الكهرومغناطيسية

محرك بن تيلBen Teal - براءة اختراع صادرة في الولايات المتحدة في العام 1978 برقم 4093880.

ابتكر بن تيل هذا المحرك الكهربائي الفريد الشديد البساطة و الذي يعمل بطريقةٍ مماثلة لطريقة عمل محرك الاحتراق الداخلي في السيارات فهنالك أسطواناتٌ و مكابس و عمود مرفقي و لكن بدلاً من المكابس التي تتحرك بالضغط الناتج عن انفجار الوقود فيها فإن مكابس هذا المحرك عبارة عن ملفات كهربائية .

استخدم بين في محركه الفريد هذا ثمانية مكابس أو ثمانية وشائع solenoids لمحاكاة طريقة عمل محرك سيارات الاحتراق الداخلي ، كما نجد في محرك بن عموداً مرفقياً crankshaft يقوم بتحويل حركة الدفع المتناوبة إلى حركةٍ دائرية و قضبان توصيل connecting

Rodsتتصل بحلقة الإنزلاق slip-ring على العمود المرفقي.

وكما هي الحال في محرك أي سيارة حيث يحدث الانفجار في أسطوانات المحرك في مواقيت محددة عندما يتم ضخ الوقود إلى أسطوانات محركات الديزل أو عندما يتم قدح شرارة الإشعال في محركات الغازولين(البنزين) فإن المكابس الموجودة ضمن ملفات محرك بن تتحرك عند عندما تصلها نبضة تيارٍ كهربائي إذ يتم تمرير نبضات التيار الكهربائي في مواقيت مُحددة حيث يتلقى العمود المرفقي أربع دفعات حتى يُتم دورةً كاملة.

و كما مر معنا سابقاً بأن الملفات الكهربائية تقوم بردة فعلٍ مُعاكسة و لذلك فإنه عند زوال و تلاشي نبضة السحب ضمن الملف اللولبي solenoid فإنها و كردة فعلٍ من قبل ذلك الملف سُرعان ما تتحول إلى قوةٍ أو ردة فعلٍ دافعة .

و إذا تم توقيت ردة الفعل المعاكسة تلك بشكلٍ دقيق فإنها بدلاً من أن تعاكس حركة المحرك و تُقاومها فإنها سوف تعمل على زيادة قوتها.

ترتبط قوة الحقل المغناطيسي التي تُنتجها الوشيعة (الملف اللولبي) solenoid بعدد لفات الوشيعة و بمقدار التيار الذي يمر فيها.

يتم لف ملفات هذه الوشائع بحيث تكون لفاتها مُتراصة و بحيث تتوضع بزوايا قائمة 90° درجة بالنسبة لبعضها البعض.

كلما ازداد عدد ملفات الوشيعة ازدادت قوة الحقل المغناطيسي.

كلما كانت ثخانة سلك الملف أكبر كان مقدار التيار الذي يتدفق في الملف أكبر أياً يكن الجهد الكهربائي.

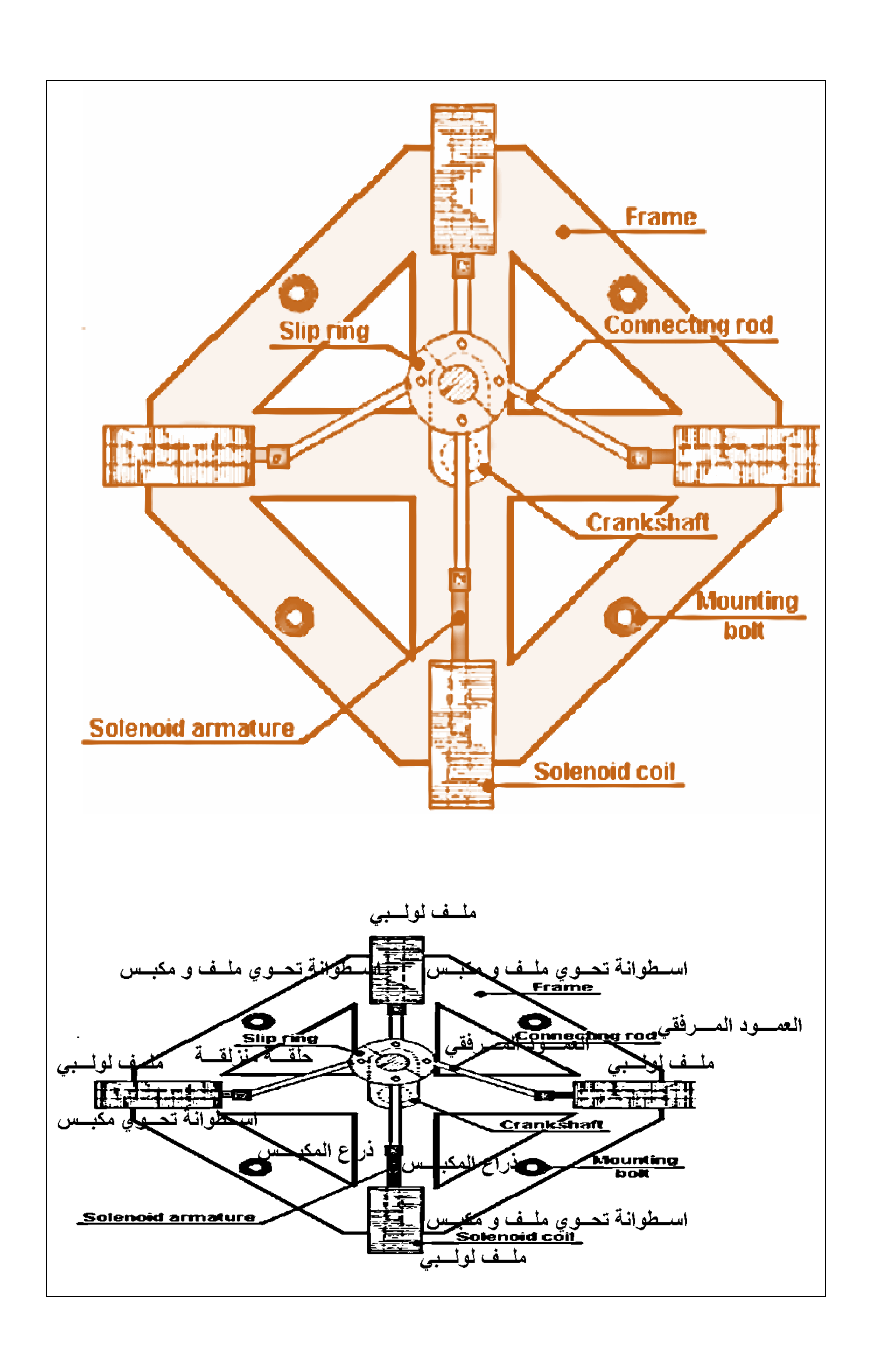
غير أن المشكلة أننا إذا زدنا ثخانة سلك اللف فإن عدد اللفات يقل كذلك إلا إذا زدنا حجم المحرك.

يرتبط مقدار الطاقة التي يتم تزويد ملفات هذا المحرك بها بالجهد :

WVA

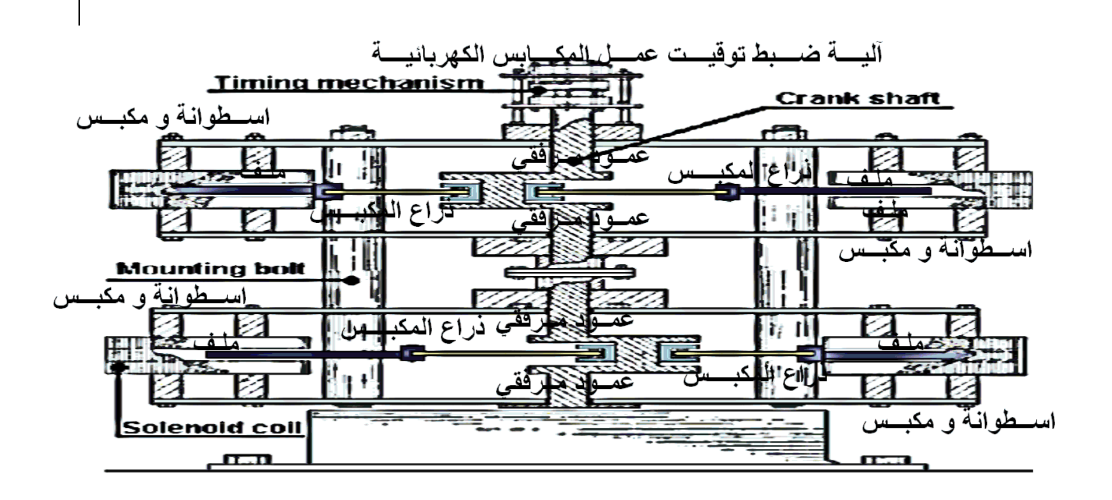
Watts=Volts×Ampire

الاستطاعة (بالوات) = الجهد(بالفولت)× شدة التيار(بالأمبير).

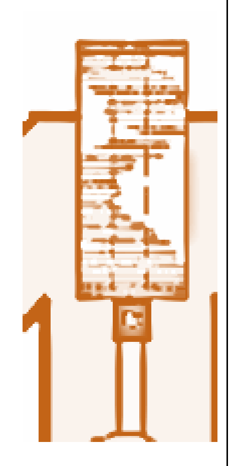


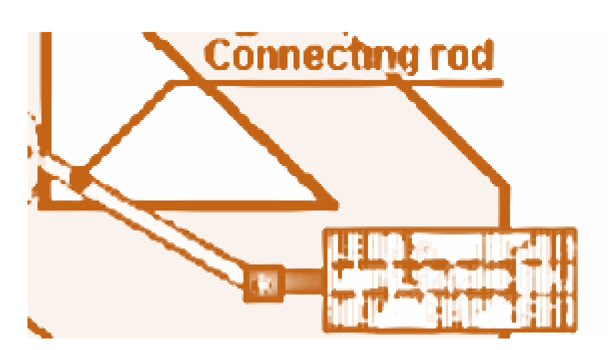
Frame
Slip ring
Connecting rod
Crankshaft
Mounting bolt
Solenoid armature
Solenoid coil
ملــف لولــبي
اســطوانة تحــوي ملــف و مكبــس
اســطوانة تحــوي ملــف و مكبــس
Frame
العمــود المــرفقي
Slip ring
Connecting rod
حلقــة منزلقــة
العمــود المــرفقي
ملــف لولــبي
ملــف لولــبي
اسطوانة تحــوي مكبــس
Crankshaft
ذراع المكبــس
ذراع المكبــس
Mounting bolt
Solenoid armature
اســطوانة تحــوي ملــف و مكبــس
Solenoid coil
ملــف لولــبي

Timing mechanism
Crank shaft
Mounting bolt
Solenoid coil

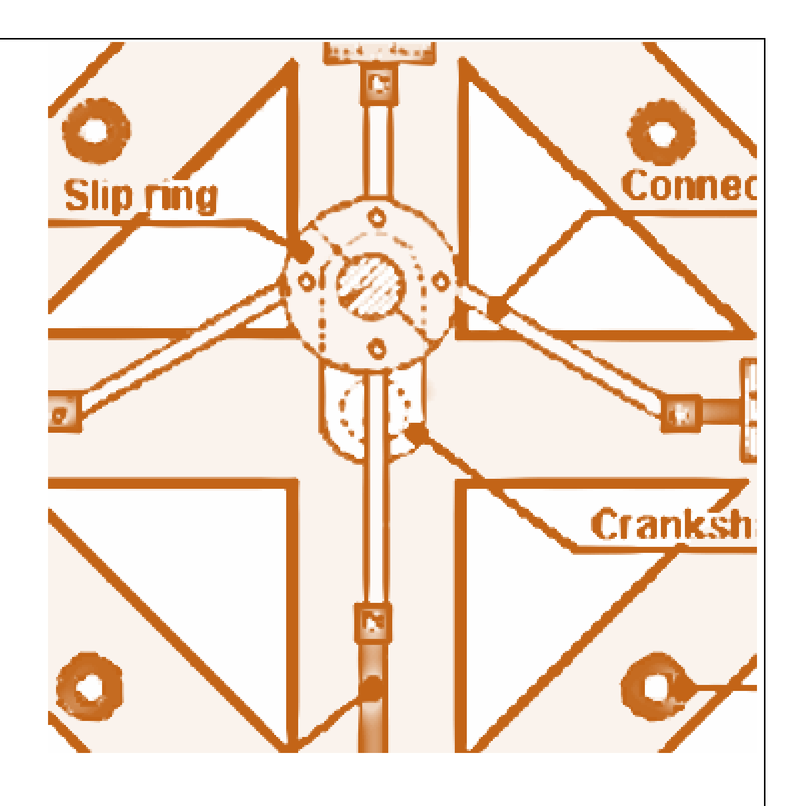


أسطوانة تحوي ملف كهرومغناطيسي و مكبس.

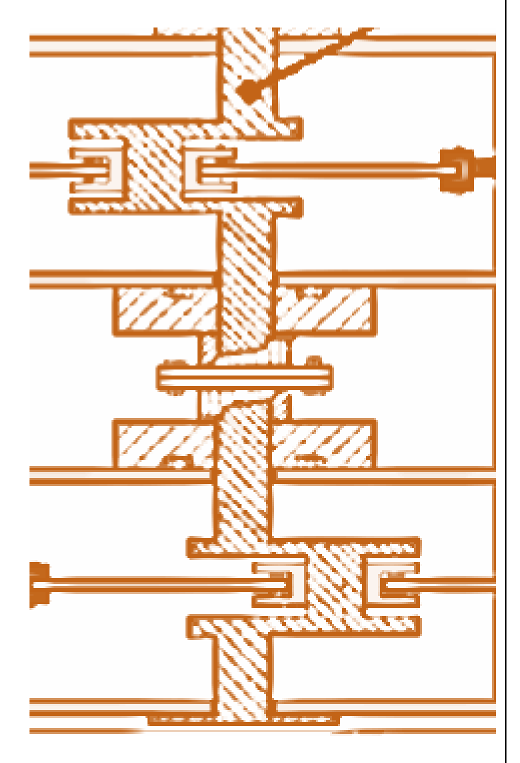




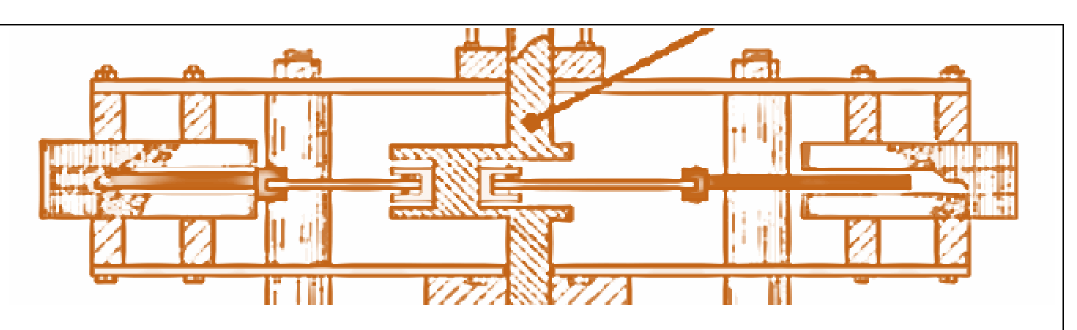
مكابس الملفات تتناوب على إدارة العمود المرفقي



العمود المرفقي الذي يحول حركة المكابس المتناوبة (الساحبة و الدافعة) إلى حركةٍ دائرية



مكبسين يتناوبان على إدارة العمود المرفقي



نظراً لبساطة المحرك الكهرومغناطيسي المكبسي و تفوقه على المحرك الكهربائي الاعتيادي من حيث بساطته و عزمه و استهلاكه للتيار الكهربائي فإن تنفيذه يُعتبر فرصة حقيقية لأنه حتى يومنا هذا لم تقم أي شركة عالمية بتصنيعه على نطاقٍ تجاري.

المحول Transformer

المحولات تجهيزاتٌ تقوم بتغيير كلٍ من شدة التيار(الأمبير) و الجهد(الفولت) أي فرق الكمون potential difference و ذلك باستخدام خاصية الحث الكهرومغناطيسي electromagnetic induction .

يتألف المحول من ملفٍ ابتدائي و ملفٍ ثانوي تم لفهما على قلبٍ حديدي.

لا تعمل المحولات إلا مع تيارٍ متناوب A.C.

تقوم محولات رفع الخطوة Step-up transformers برفع الجهد بينما تقوم محولات تنزيل الخطوة step-down transformers بخفض الجهد.

يتناسب دخل المحول و خرجه مع عدد ملفات كلٍ من الملف الابتدائي و الملف الثانوي.

يقوم التيار المتناوب في الملف الرئيسي بتشكيل حقلٍ مغناطيسي متغير الاتجاه حيث يقوم هذا الحقل المغناطيسي بتغيير اتجاهه عدة مراتٍ في الثانية الواحدة و هذا الأمر يحرض تياراً متناوباً في الملف الثانوي ، و بما أن لهذين الملفين عددٌ مختلفٌ من اللفات فإن الخرج لا يكون مساوياً للدخل.

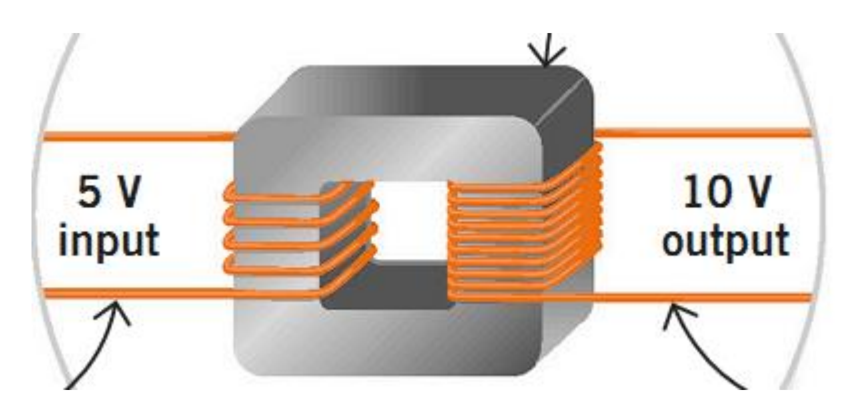


عدد لفات ملف الدخل الابتدائي 5 لفات .

دخل ملف الدخل الابتدائي 5 فولت.

عدد لفات ملف الخرج الثانوي 10 لفات .

خرج ملف الخرج الثانوي 10 فولت.



عدد لفات الملف الثانوي يبلغ ضعف عدد لفات الملف الابتدائي و هو الأمر الذي يؤدي إلى مضاعفة الجهد.

عندما تتم تغذية الملف الرئيسي بتيارٍ متناوب فإنه يقوم بتوليد حقلٍ مغناطيسي متغير.

يقوم القلب المعدني بتركيز الحقل المغناطيسي و يقوم بنقله إلى الملف الثانوي.

يحرض الحقل المغناطيسي المتغير تياراً متناوباً في الملف الثانوي.

يُمكن قلب الصورة و تغذية المحول من الملف الثانوي و تلقي الخرج من الملف الابتدائي و عندها سوف يعمل المحول بصورةٍ معاكسة حيث سيقوم عندها بخفض الجهد.



يرتبط خرج المحول بعدد اللفات في كلٍ من الملف الابتدائي و الملف الثانوي.



إن النسبة ما بين عدد لفات الملف الابتدائي و عدد لفات الملف الثانوي تساوي النسبة ما بين الجهد في الملف الابتدائي و الجهد في الملف الثانوي.

الجهد في الملف الرئيسي/ الجهد في الملف الثانوي = عدد لفات الملف الرئيسي\ عدد لفات الملف الثانوي.

$V_{Primary}/V_{secondary}=N_{primary}/N_{secondary}$

$V_P/V_s=N_p/N_s$

$$\frac{\text{الجهد في الملف الرئيسي}}{\text{الجهد في الملف الثانوي}} = \frac{\text{عدد اللفات في الملف الرئيسي}}{\text{عدد اللفات في الملف الثانوي}}$$

جهاز تلفزيون يعمل على 230 V فولت و لكنه يحتاج فقط إلى 46 V فولت .

يتألف الملف الثانوي في محول هذا الجهاز من 200 لفة ، فكم عدد ملفات الملف الابتدائي في المحول حتى يقوم بتخريج 46 V فولت؟

نستخدم متناسبة الجهد و عدد الملفات :

$V_P/V_s=N_p/N_s$

$$\frac{\text{الجهد في الملف الرئيسي}}{\text{الجهد في الملف الثانوي}} = \frac{\text{عدد اللفات في الملف الرئيسي}}{\text{عدد اللفات في الملف الثانوي}}$$

جهد الملف الابتدائي 230V

جهد الملف الثانوي 46 V

عدد اللفات في الملف الابتدائي 200 لفة

عدد اللفات في الملف الثانوي (مجهول)

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة:

$$\frac{230V}{46V}=\frac{200}{\text{الجهد في الملف الثانوي}}$$

و كما نعلم فإن الكسر هو عملية قسمة مُعلقة .

تقوم بتنفيذ عملية القسمة المعلقة في الكسر الأول:

$$\frac{230V}{46V}=5$$

230÷46=5

لتصبح لدينا العلاقة التالية:

$$5=\frac{200}{\text{الجهد في الملف الثانوي}}$$

$5=200/N_s$

أصبحت لدينا عملية قسمة اعتيادية تحوي طرفاً مجهولاً .

لحساب العنصر المجهول نعكس عملية القسمة إلى عملية ضرب :

A=B/C

A=2,B=6,C=3.

2=6/3

→B=A×C

6=2×3

أي أن العنصر المجهول (عدد اللفات في الملف الثانوي N_s) يساوي نتيجة ضرب الطرفين المعلومين مع بعضهما البعض:

$5=200/N_s$

N_s=5×200 turns

5×200=1000

عدد لفات الملف الثانوي (ملف الخرج) يجب أن تكون 1000 لفة.

محول رفع خطوة step-up transformer في محطة توليد طاقة يبلغ عدد لفات ملفه الابتدائي 3200 لفة و يبلغ عدد لفات ملفه الثانوي 51200 لفة .

الجهد الذي يسري في ملفه الابتدائي يبلغ 25000 V فولت .

كم يبلغ الجهد في ملفه الثانوي ،أي كم يبلغ خرج هذا المحول؟

نستخدم متناسبة الجهد و عدد الملفات :

$$V_P/V_s=N_p/N_s$$

$$\frac{\text{الجهد في الملف الرئيسي}}{\text{الجهد في الملف الثانوي}}=\frac{\text{عدد اللفات في الملف الرئيسي}}{\text{عدد اللفات في الملف الثانوي}}$$

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة:

$$\frac{3200}{51200}=\frac{25000\text{V}}{\text{الجهد في الملف الثانوي}}$$

بما أن الكسر عملية قسمة معلقة فإننا نقوم بتنفيذ عملية القسمة المعلقة تلك :

$$\frac{3200}{51200}=3200/51200=0.0625$$

لتصبح لدينا العلاقة التالية:

$$\frac{25000\text{V}}{\text{الجهد في الملف الثانوي}}=0.0625$$

و بذلك تصبح لدينا عملية قسمة اعتيادية :

$$25000V/V_s=0.0625$$

$$A/B=C\longrightarrow A/C=B$$

$$6/2=3\longrightarrow 6/3=2$$

$$B=2$$

$$25000\ V/V_S=0.0625\longrightarrow$$

V_s=25000/0.0625=400000

V_s=400000

V_s=400 kv

400 *كيلو فولت*

دائماً لتحليل أي عملية رياضية بسيطة او معقدة استخدم أسلوب الرموز و الأعداد البسيطة.

و إذا تجاهلنا قليلاً الضياعات التي لا بد أنها سوف تقع في ملفات المحول عل شكل مقاومة تؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة ملفاته فإن الاستطاعة (الجهد ×التيار) التي تدخل إلى المحول تساوي الاستطاعة(الجهد×التيار) التي تخرج منه وذلك وفق العلاقة التالية:

جهد الملف الابتدائي (فولت)×شدة تيار الملف الابتدائي(أمبير)=جهد الملف الثانوي(فولت)× شدة تيار الملف الثانوي(أمبير).

و بما أن الاستطاعة(وات) تساوي الجهد(فولت)× شدة التيار(أمبير) فإن :

استطاعة الملف الابتدائي=استطاعة الملف الثانوي.

$V_p \times A_P = V_S \times A_S$

الاستطاعة (وات) =الجهد(فولت)×شدة التيار(أمبير).

إن الاستطاعة عند دخل المحول و على ملفه الابتدائي تساوي الاستطاعة عند مخرج المحول و على ملفه الثانوي.

إذاً ما هي فائدة المحول و ما الذي يفعله المحول طالما أن استطاعة دخله تساوي استطاعة خرجه؟

إن المحول إما أن يقوم برفع الجهد(الفولت) على حساب شدة التيار (الأمبير) و إما أن يقوم برفع شدة التيار(الأمبير) على حساب الجهد(الفولت).

و لكن ذلك دائماً يتم ضمن حدود استطاعة الدخل و لا يتجاوزها أبداً بمعنى أن الاستطاعة مثلاً إذا كانت 60 W *وات فإن الخرج يجب حتماً أن يكون* 60 W *(ناقصة بعض الضياعات التي تتسبب بها المقاومة) و لكن هذه الستين وات قد تكون على الصورة :*

10V×6A=60 W

10A×6V=60W

2V×30A=60W

2A×30V=60W

12V×5A=60W

12A×5V=60W

4V×15A=60W

4A×15V=60W

3A×20V=60W

3V×20A=60W

و هكذا إلى ما لا نهاية من عمليات ضرب الجهد بشدة التيار التي تنتج استطاعة خرج مماثلة لاستطاعة الدخل أي *60 W واط*.

محولٌ يبلغ جهد ملفه الثانوي 12V فولت و تبلغ شدة تيار ملفه الثانوي 0.8 A أمبير

و تبلغ شدة تيار ملفه الابتدائي 0.04A .

ما هو جهد ملفه الابتدائي؟

لحل هذه المسألة نستخدم العلاقة:

جهد الملف الابتدائي (فولت)×شدة تيار الملف الابتدائي(أمبير)=جهد الملف الثانوي(فولت)× شدة تيار الملف الثانوي(أمبير).

استطاعة الملف الابتدائي=استطاعة الملف الثانوي

$V_p \times A_P = V_S \times A_S$

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة لدينا:

$V_p \times 0.04\ A = 12\ V \times 0.8\ A$

لدينا علاقتي ضرب متساويتين:

$A \times B = C \times D$

$A=2$

$B=6$

$C=3$

$D=4$

$2 \times 6 = 3 \times 4$

$12=12$

فإذا كان العنصر الأول A هو العنصر المجهول و هو يساوي 2 فإن :

$2=\frac{3\times 4}{6}$

أي أن :

$A=\frac{C\times D}{B}$

أي أن العنصر المجهول في عمليتي ضرب متساويتين يساوي ناتج ضرب إحدى عمليتي الضرب هاتين مقسومةً على العنصر المعلوم في عملية الضرب الثانية التي تحوي عنصراً مجهولاً.

و بالتالي فإن العنصر المجهول V_P أي جهد الملف الابتدائي في عمليتي الضرب المتساويتين :

$\mathbf{V_p \times 0.04\ A = 12\ V \times 0.8\ A}$

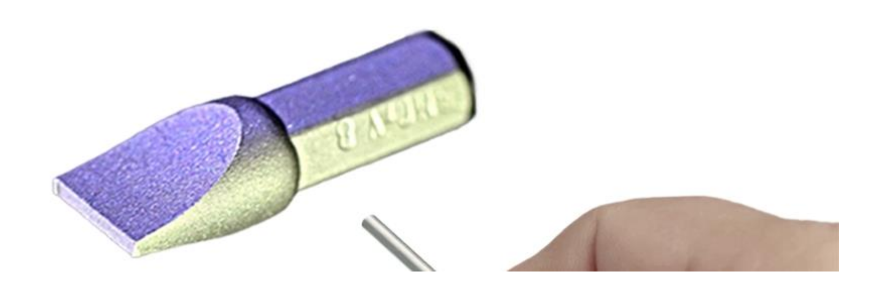
يساوي:

$\mathbf{V_p=\frac{12V\times 0.8A}{0.04A}}$

12×0.8=9.6

9.6/0.04=240V

إذاً فإن جهد الملف الابتدائي في المحول السابق يبلغ 240 V فولت.



تقوم الملفات بتخزين الطاقة عندما يتم وصلها بمصدر طاقة و عندما يتم قطع الطاقة الكهربائية عن الملف فإنه تقريباً يقوم بإعادة كامل الطاقة التي سبق له أن قام باختزانها غير أنه يقوم بإعادتها بشكلٍ لحظيٍ سريع.

إن القوة المغناطيسية التي يُنتجها أي ملف تزداد كلما ازداد عدد ملفاته حتى إذا بقي التيار الذي يسري في ذلك الملف ثابتاً ، و هذا يعني بأن ملفاً مُتعدد اللفات يُمكن أن يُنتج حقلاً مغناطيسياً عند تيارٍ منخفض أعلى من الحقل المغناطيسي الذي يُمكن أن يُنتجه ملفٌ ذو عدد للفات أقل حتى لو سرى فيها تيارٌ أكبر.

غير أنه كلما ازداد عدد الملفات في الملف يزداد كذلك فقدانه للطاقة و ذلك بسبب زيادة طول السلك و هو الأمر الذي يؤدي إلى إن جزءاً من الاستطاعة في الملفات يضيع على شكل انبعاثٍ حراري.

لا يعمل المحول إلا على تيارٍ مُتناوب.

لا يعمل المحول أبداً على تيارٍ مُستمر.

إذا أردنا استخدام محولٍ في دارة تعمل على التيار المستمر أو إذا أردنا استخدام محولٍ مع مصدر تيارٍ مستمر فلا بد لنا أولاً من أن نصله بدارةٍ تقوم بتوليد جهدٍ مُتناوب.

عندما تُشاهد محولاً في دارة تيارٍ مُستمر فلا بد من أنه يتلقى تغذيته من دارة تقطيع تقوم بتقطيع التيار المستمر ز تحوله إلى تيارٍ مُتناوب.

يُمكن تحديد الجهد الذي يُخرجه المحول من خلال العلاقة ما بين عدد اللفات في الملف الرئيسي و عدد للفات الملف الثانوي.

إذا كنت تريد تحويل 10 فولت جهدٌ متردد إلى 100 V فإنك تحتاج إلى محولٍ يتألف ملفه الأولي من 100 لفة بينما يتألف ملفه الثانوي من 1000 لفة و عليك أن تصل العشرة فولت إلى ملفه الابتدائي حتى تحصل من ملفه الثانوي على مئة فولت.

الملف الابتدائي 100 لفة (مقدار معين من الجهد X) ←الملف الثانوي 1000 لفة (10 أضعاف ذلك المقدار من الجهد 10X).

ماذا لوقمنا بوصل العشرة فولت إلى الملف الثانوي بدلاً من أن نقوم بوصلها إلى الملف الابتدائي؟

عندها سوف نحصل من الملف الابتدائي على واحد فولت وذلك لأن هنالك علاقة تناسبٍ مقدارها واحد على عشرة 1:10 ما بين الملف الابتدائي و الملف الثانوي.

إن نسبة عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي تساوي النسبة ما بين الجهد في الملف الابتدائي و الجهد في الملف الثانوي.

الطاقة التي تدخل إلى الملف الرئيسي للمحول تساوي الطاقة التي تخرج من الملف الثانوي +الضياعات التي تحدث على شكل انبعاثاتٍ حرارية.

لتقليل ضياعات الطاقة ضمن المحول يتوجب تشغيله على تيارٍ أقل من التيار المعد له.

يتم رفع الجهد(الفولت) في المحول على حساب شدة التيار (الأمبير) فإذا أدخلنا جهداً مقداره 10 V فولت و تبلغ شدة تياره واحد أمبير 1 A إلى الملف الرئيسي فإننا سوف نحصل من الملف الثانوي على 100 V فولت .

و لكن كم سوف تكون شدة تيار هذا الجهد؟

إنها سوف تكون واحد بالعشرة من الأمبير 0.1 A .

هل لاحظتم ما الذي حدث؟

لقد ارتفع الجهد عشرة أضعاف غير أن شدة التيار (الأمبير) بالمقابل قد انخفضت كذلك عشرة مرات .

أي أن رفع الجهد(الفولت) قد تم على حساب شدة التيار(الأمبير).

و لكن هل تختلف استطاعة دخل المحول عن استطاعة خرجه؟

بما أن الاستطاعة تساوي الجهد(فولت) × شدة التيار(أمبير) ، و كما مر معنا سابقاً فإن دخل هذا المحول كان 10 V فولت بتيارٍ تبلغ شدته واحد أمبير أي أن استطاعته تساوي :

1 A×10 V=10 W

1 أمبير ضرب 10 فولت تساوي 10 واط .

الآن كم تبلغ استطاعة خرج هذا المحول؟

كما مر معنا سابقاً فإن جهد خرج هذا المحول يبلغ 100 V فولت بتيارٍ تبلغ شدته واحد بالعشرة من الأمبير 0.1 A:

100×0.1=10 W

100 V فولت ضرب 0.1 A أمبير تساوي 10 W واط.

إذاً فإن استطاعة التيار قبل و بعد التحويل قد بقيت كما هي دون تغيير 10 واط.

طبعاً نحن نتحدث عن محولٍ يتألف ملفه الابتدائي من 100 لفة بينما يتألف ملفه الثانوي من 1000 لفة.

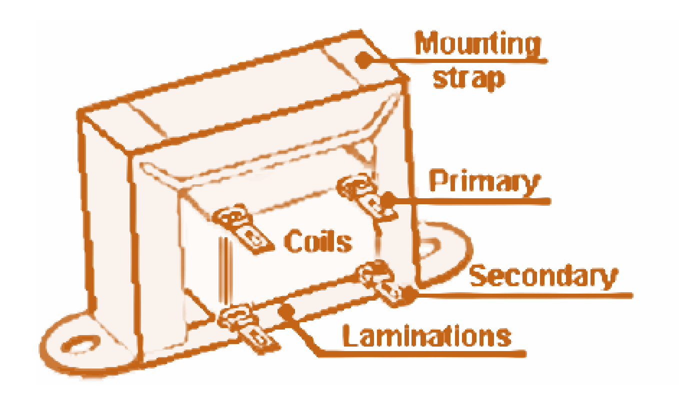
المحولات على ثلاثة أنواع

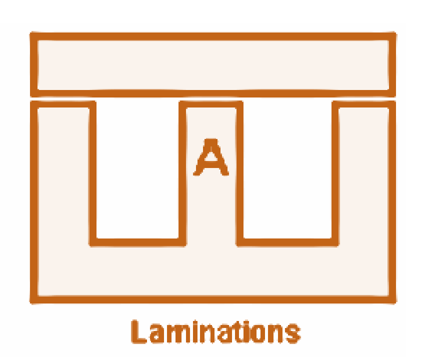
محولات رفع الخطوة step-up transformer و هي محولاتٌ خرجها أعلى من دخلها.

محولات تنزيل الخطوة step-down transformer و هي المحولات التي خرجها أقل من دخلها.

محولات العزلisolation transformer دخلها مساوٍ لخرجها و هي تُستخدم في مجال السلامة في المدارس و المخابر و الورش و المصانع لحماية التلاميذ و الطلاب و الباحثين و التقنيين و الفنيين من التعرض للإصابة بالصدمات الكهربائية أثناء قيامهم بإجراء التجارب على الجهود الكهربائية المرتفعة .

يتألف قلب المحول غالباً من عشرين صفيحة lamination





يتعرض التيار الكهربائي ضمن الملفات إلى شكلين من أشكال الإعاقة حيث يتعرض لممانعة التيار المتناوب AC impedance كما يتعرض لمقاومة التيار المتناوب DC resistance

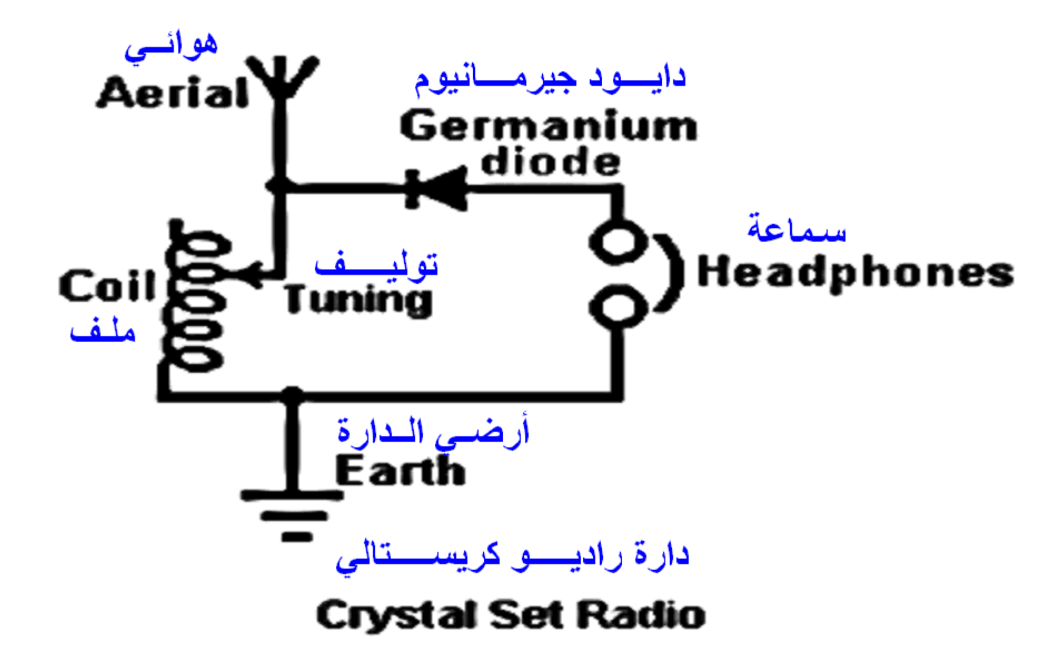


تتميز الملفات بممانعةٍ عالية للتيار المتناوب و مقاومةٍ منخفضة للتيار المستمر و لذلك فإن التيار المستمر (تيار البطارية) ينساب بحرية ضمن أسلاك الملف لأن الملفات تتميز بمقاومة مُنخفضة جداً للتيار المستمر بينما يتعرض التيار المتناوب لإعاقةٍ كبيرة في أسلاك الملف نظراً لما تتمتع به الملفات من ممانعةٍ عالية للتيار المتناوب، و لهذا السبب فإن الملفات كثيراً ما تُستخدم في تخميد تموجات التيار المتناوب AC أي التشويش الذي يتسبب به التيار المتناوب الآتي من مأخذ تغذية الجهاز و هذه الملفات التي تُستخدم في تخميد تشويش و تموجات التيار المتناوب تدعى بالمخمدات choke.



لكل ملفٍ تردد رنين resonant frequency خاص و عند ضبط الملف على تردد الرنين الخاص به ذاك يصبح من الصعب جداً على التيار المتناوب AC أن يمر خلال الملف.

إن أجهزة الراديو الكريستالية تعتمد في عملها على المبدأ السابق.



يقوم الهوائي بالتقاط جميع محطات البث الإذاعي في المنطقة على اختلاف تردداتها و بعد قيام الهوائي بالتقاط موجات البث فإن تيار البث يتحرك لإكمال الدارة نحو أرضي الدارة و حتى يصل التيار إلى أرضي الدارة لا بد له من المرور إلى الملف .

الآن إذا تطابق تردد رنين resonant frequency الملف مع تردد إحدى محطات البث فإن شارة البث تلك التي توافق ترددها مع تردد رنين الملف لن تستطيع اجتياز الملف و لذلك فإنها سوف تبحث عن طريقٍ آخر و لن تجد طريقاً أسهل من عبور دايود الجيرمانيوم لتعبر منه إلى سماعة الأذن.

لأنه لكل ملفٍ تردد رنين resonant frequency خاص و عند ضبط الملف على تردد الرنين الخاص به ذاك يصبح من الصعب جداً على التيار المتناوب AC أن يمر خلال الملف.

هذه الدارة لا تحتاج لأي مصدر للطاقة الكهربائية.

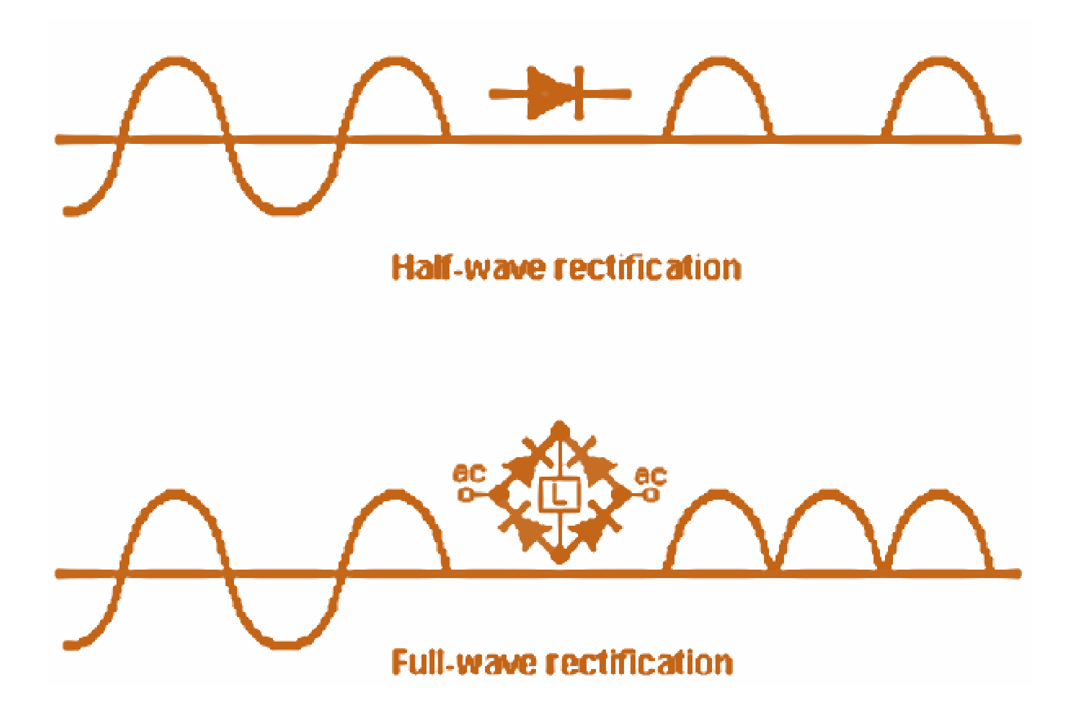
لماذا استخدمنا دايود جيرمانيوم في هذه الدارة؟

لأن دايود الجيرمانيوم germanium diode كما مر معنا سابقاً يعمل على جهدٍ منخفض جداً لا يتجاوز 0.2 أي 2 بالعشرة من الفولت و هذا الأمر يُناسب هذه الدارة التي تعتمد في عملها على تحويل موجات البث إلى طاقةٍ كهربائية و هي بالطبع طاقةٌ منخفضة جداً ، بينما يحتاج

دايود السيليكون silicon diode إلى جهد تشغيلٍ أعلى يبلغ 0.7 V فولت و لذلك فإنه لا يناسب مثل هذه الدارة التي ليس لها مصدر تغذية.

يتغير تردد رنين الملف عند تغيير عدد لفات الملف ،و يمكننا تغيير تردد الرنين دون أن نقوم بتغيير عدد اللفات و ذلك باستخدام منزلقة حيث تقوم هذه المنزلقة باستبعاد أجزاءٍ من الملف و كأنه لا وجود لها و بذلك فإنها تُمكننا من تغيير تردد الرنين عند تحريكها و بالتالي فإنها تمكننا من التقاط محطات بثٍ راديوي تعمل على تردداتٍ مختلفة.

تقويم نصف موجة باستخدام دايود واحد يقوم بإلغاء نصف الموجة السلبي

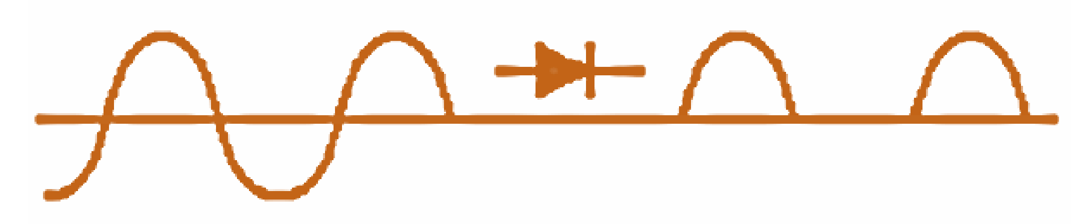


تقويم موجة كاملة باستخدام جسر تقويم

التقويم Rectification

كيف نقوم بتحويل الجهد المتناوب إلى جهدٍ مستمر؟

إن دارة الراديو الكريستالية التي مرت معنا سابقاً تقوم باقتطاع نصف الشارة الراديوية و هذا ما ندعوه بتقويم النصف موجة ذلك أنها تعتمد على دايود واحد فقط (دايود جيرمانيوم).

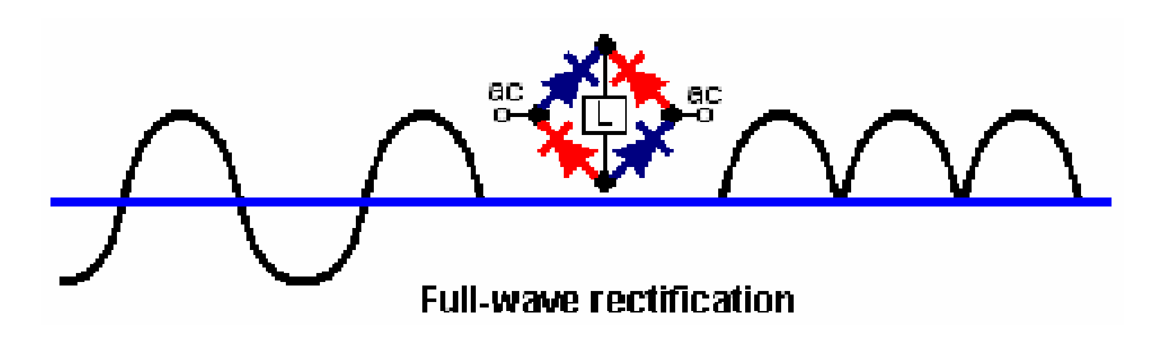


عند اقتطاع و استبعاد نصف الموجة في عملية التقويم النصف موجي يتم اقتطاع نصف موجة الشارة أي أنه يتم اقتطاع ما نسبته 50% من الشارة و لذلك لا يكون هنالك أي خرجٍ للدارة في نصف الوقت بينما يكون هنالك خرجٌ في النصف الآخر و ذلك لأنه تم اقتطاع الجزء السلبي من الموجة عن طريق المقاومة العالية التي أبداها الدايود ضد الموجات السلبية و المقاومة المنخفضة التي أبداها الدايود للموجات الإيجابية كونه دايودٌ ذو انحيازٍ أمامي forward-biased' diode.

بالنسبة لدايودات السيليكون فإنها تقتطع 0.7 V فولت من الجهد الذي يمر عبرها و لذلك فإن خرج محولات المقومات النصف موجية half-wave rectified transformer يكون دائماً أدنى ب 0.7 V فولت من الدخل لأن الدايود يقتطع لنفسه جهداً مقداره 0.7 V فولت.

و إذا استخدمنا في تقويم التيار أربعة دايودات بدلاً من دايودٍ واحد فإن مجموعة الدايودات هذه تدعى بجسر التقويم و قد مرت معنا سابقاً .

تقويم الموجة الكاملة



تتدفق الموجة الموجبة خلال الدايود العلوي الأزرق إلى الحمل L و منه إلى الدايود الأزرق السفلي ، أما الموجة السالبة فتعبر خلال الدايود الأيسر الأحمر اللون و منه إلى الحمل ثم إلى الدايود الأيمن الأحمر اللون.



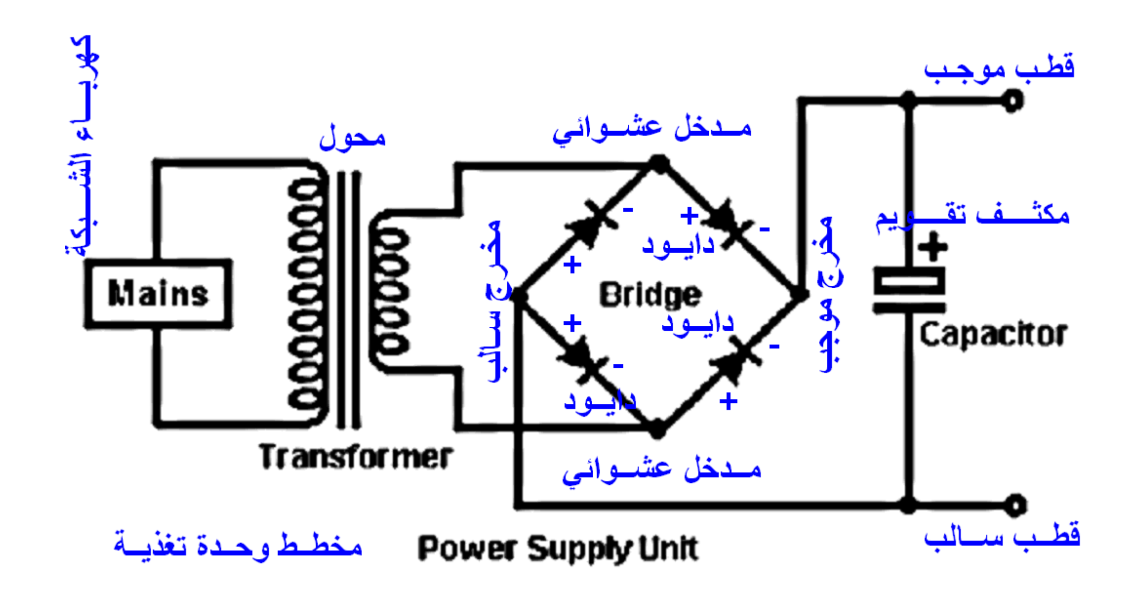
يكون خرج جسر التقويم أدنى ب 1.4 V فولت من دخله. لماذا؟

لأن هنالك دايودين يمر خلالهما التيار الموجب و كما تعلمون فإن كل دايود سيليكوني يقوم باقتطاع 0.7 V فولت من الجهد الذي يمر خلاله:

0.7+0.7=1.4 V



إن التيار الذي يخرج من جسر التقويم حتى و إن كان تقويماً كامل الموجة full-wave rectifier فإنه لا زال غير صالحٍ لتشغيل الأجهزة الإلكترونية حيث أن جهد هذا التيار يهبط إلى الصفر 100 مرة في الثانية و لا يُمكن إلا للقليل جداً من المكونات أن تعمل على مثل هذا التيار المتقلب مثل مصباح الضوء العالي في السيارة مع أنه في الحقيقة يُمكن لهذا المصباح أن يعمل مُباشرةً على تيارٍ مُتناوب دون تقييم ،و لذلك فإننا نحتاج إلى عنصرٍ يقوم بملء فجوات التيار التي تحدث عندما يهبط التيار إلى الصفر و هو الأمر الذي يحدث عند مرور نصف الموجة السالبة التي يقوم الدايود بإلغائها ، و هذا العنصر هو المكثف أو المُتسعة حيث يحدث شحنٌ للمكثف أو المُتسعة عندما تمر نبضة تيارٍ موجبة و بعد ذلك يقوم المكثف بالتفريغ عندما ينقطع التيار و بذلك فإن المكثف يقوم بملء فجوات التيار المُتناوب محولاً إياه إلى تيارٍ مُستمر و لهذا السبب فإننا نجد مُكثفاً كالمُكثف السيراميكي (المكثف البني اللون – مكثف الشكولاتة) الذي نراه في مُعظم الشواحن ، كما نجد مُكثفاتٍ كبيرة في كافة دارات التغذية في الشواحن و الأجهزة الإلكترونية التي تعمل على تيار الشبكة المتناوب.



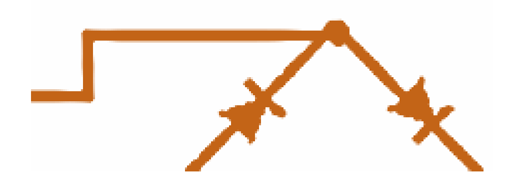
مخطط دارة تغذية

يقوم المحول بتحويل جهد الشبكة العالي إلى الجهد المنخفض الذي نرغب به.

يقوم جسر التقويم بفصل نصف الموجة الإيجابية عن نصف الموجة السلبية.

يقوم المكثف(المتسعة) بملء الفجوات التي تسبب بها إلغاء نصف الموجة السلبية.

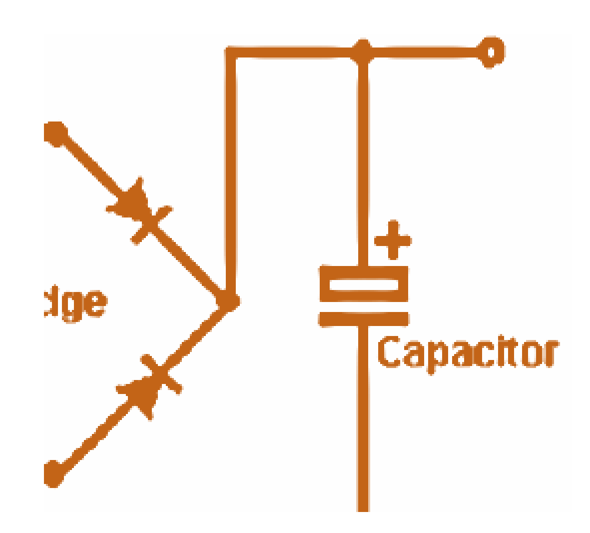
يصل قطبي المحول إلى دايودين موضوعين بشكلٍ متعاكس(سالب- موجب)





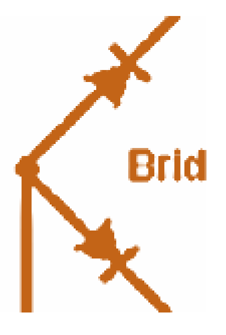
فإذا كان التيار موجباً دخل في القطب الموجب للدايود (قاعدة المثلث) و إذا كان التيار سالباً دخل في القطب السالب للدايود(رأس المثلث)، لأن قطب الدايود السالب لا يُمرر إلا تياراً سالباً كما أن قطب الدايود الموجب لا يُمرر إلا تياراً موجباً.

قاعدة المثلث هي قطب الدايود الموجب بينما رأس المثلث المنتهي بشارة ناقص – هو قطب الدايود السالب.



يمثل القطبين السلبيين المتقابلين (رأسي المثلث) مخرجين إجباريين للتيار الموجب حيث يقوم القطبين السلبيين بطرد التيار الموجب إلى خارج الدايودين كما أن القطبين الموجبين المُتقابلين (قاعدتي المثلث)يُمثلان مخرجاً إجبارياً للتيار السلبي حيث يقوم القطبين السالبين المتقابلين بطرد التيار الموجب إلى خارج الدايودين.

لاحظ كيف أن القطبين السلبيين المتقابلين للدايودين مُتصلين بالقطب الموجب للمكثف أو المُتسعة.

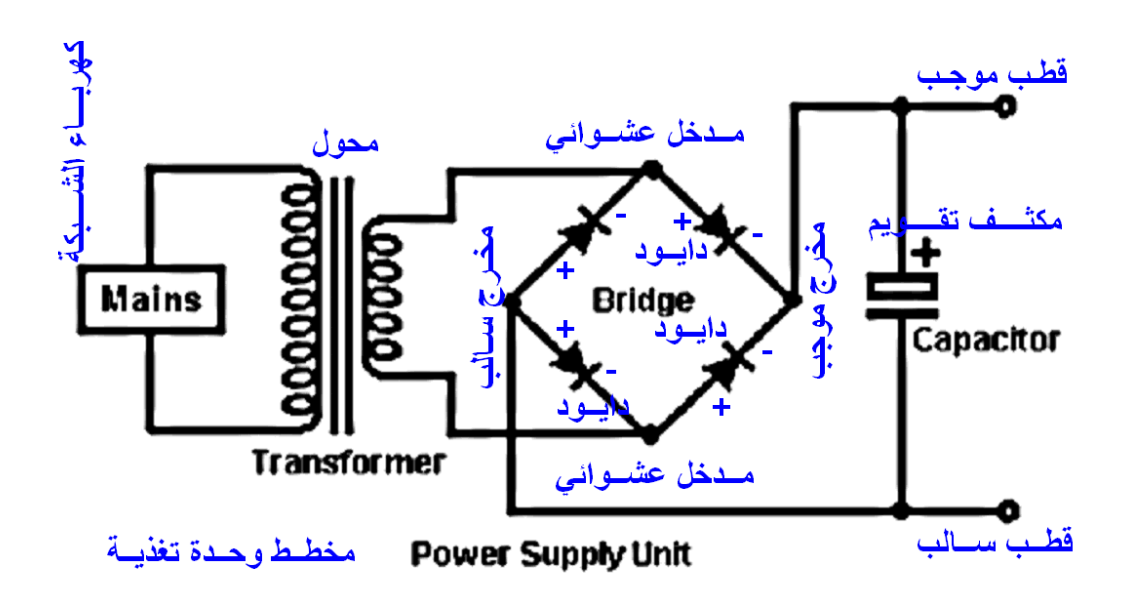


يُمثل قُطبي الدايودين المتقابلين الموجبين(قاعدتي المثلث) مخرجاً إجبارياً للتيار السلبي الموحد حيث يقوم القطبين الموجبين المتقابلين بطرد التيار السالب.

كما أن القطبين السالبين المتقابلين (رأس المثلث المنتهي بشارة ناقص -) يُمثلان مخرجين إجباريين للجهد الموجب.

بذلك فإن الدايودات تُستخدم في فرز الموجة الموجبة عن الموجة السالبة في التيار العشوائي المُتناوب و من ثم فإن الدايودات تقوم بدفع التيار الموجب إلى الخط الموجب و التيار السالب إلى الخط السالب كما بينت من قبل.

خطوات تقويم التيار الكهربائي في دارات التغذية (في المخطط ابتداءً من الجهة اليسرى)



يقوم المحول الكهربائي بتحويل الجهد الكهربائي إلى الجهد المرغوب مثلاً يقوم بتحويل جهد الشبكة 220 /110 إلى جهدٍ منخفض 12 فولت مثلاً.

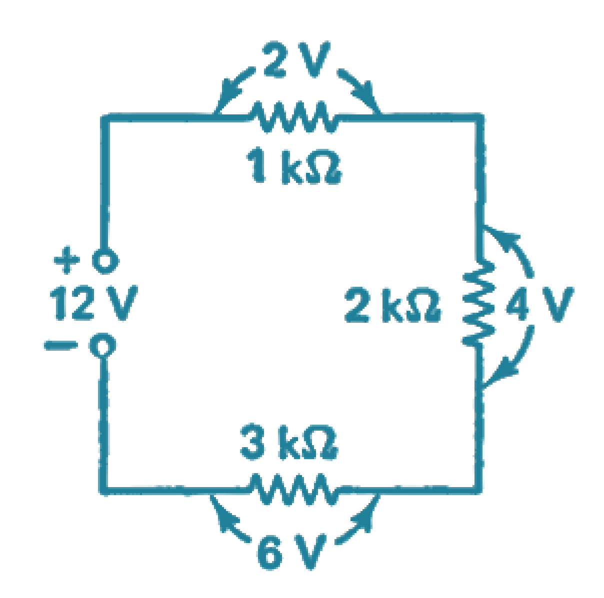
تقوم الدايودات في جسر التقويم بفصل موجات التيار الموجبة عن الموجات السالبة التي تكون مختلطةً في التيار المتناوب ثم تقوم بتنظيم الموجات الموجبة في خط جهدٍ موجب كما تقوم بتنظيم الموجات السالبة في خط جهدٍ سالب.

يقوم المكثف (المُتسعة) بملء فجوات التيار المُتقطع فعندما تمر نبضة موجبة يتم شحن المكثف و عندما تمر فجوة يقوم المكثف بتفريغ شحنته فيها و بذلك فإنه يقوم بملء فجوات التيار المتقطع محولاً إياه إلى تيارٍ مستمر.

كلما كانت المكثفات أكبر سعةً و أكثر عدداً كلما تمكنا من التخلص بشكلٍ أكبر من تموجات التيار ، و كلما ازداد الحمل على دارة التغذية ازدادت الحاجة لاستخدام مكثفٍ أو مكثفاتٍ أكبر سعةً.

في الأجهزة الصوتية و أجهزة استقبال الإشارة اللاسلكية فإن أي ضعف في أداء المُكثفات يظهر على شكل صوت مزعج و تشوه في الإشارة.

مجموعة مقاومات متصلة مع بعضها البعض على التسلسل(التوالي) أي كما تتصل حبات العقد أو حبات المسبحة أو عربات القطار ببعضها البعض.



إن القيمة الكلية لمجموعة مقاومات مُتصلة مع بعضها البعض على التسلسل (التوالي) يساوي مجموع تلك المقاومات

1k+2k+3k=6kΩ

6kΩ كيلو أوم.

لاحظ كيف تقوم العناصر باقتسام جهد مصدر التغذية عندما تكون تلك العناصر متصلةً مع بعضها البعض على التسلسل:

جهد مصدر التغذية 12V فولت .

قامت المقاومة الأولى باقتطاع 2 V فولت لنفسها فبقي من الجهد الكلي لمصدر التغذية 10 V فولت.

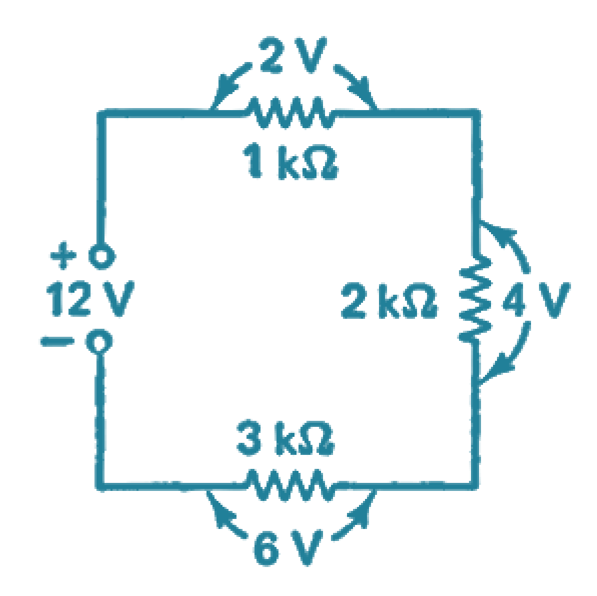
12 V – 2 V =10 V

قامت المقاومة الثانية باقتطاع 4 V فولت لنفسها فيتبقى من الجهد الكلي لمصدر التغذية 6 فولتV :

10 – 4=6V

قامت المقاومة الثالثة و الأخيرة باقتطاع 6 V فولت المتبقية من جهد مصدر التغذية و بذلك تكون المقاومات الثلاثة قد استهلكت كامل الجهد.

6 V - 6 V=0V



حساب التيار في الدارة

(آفو) علاقة قسمة

AVO

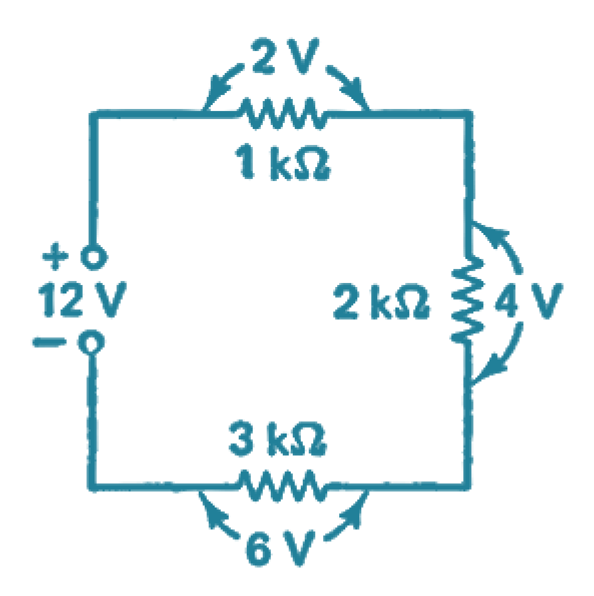
A=V/O

التيار(أمبير) = الجهد(فولت) \المقاومة(أوم)

نقسم الجهد الكلي للدارة أي جهد مصدر التغذية أي 12 V فولت على المقاومة الكلية في الدارة أي 6 K Ω كيلو أوم :

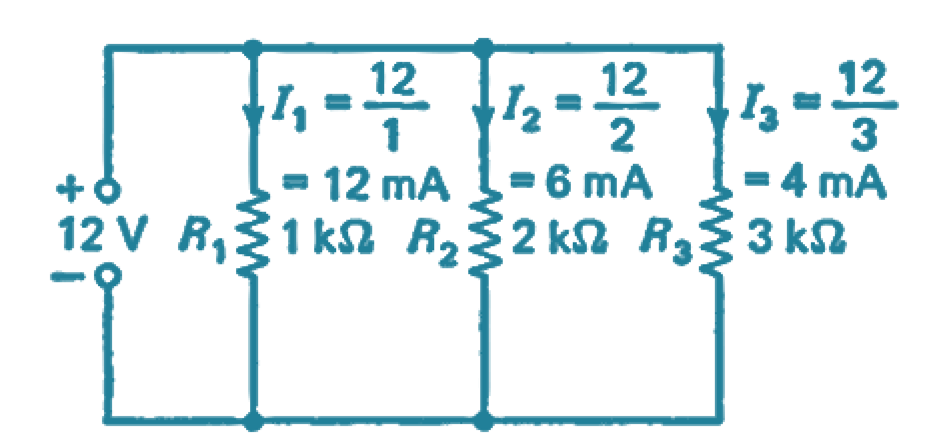
12 V/6 Ω=2 mA

قيمة التيار في الدارة 2 ميلي أمبير.



في الدارة التالية لدينا 3 مقاومات متصلة على التوازي (التفرع) أي أن لكلٍ منها خط تغذية مستقل موجب و خط تغذية مستقل سالب(أرضي).

بالطبع فإن الجهد في الدارات المتوازية يبقى واحداً في جميع أجزاء الدارة غير أن شدة التيار لا تكون كذلك.

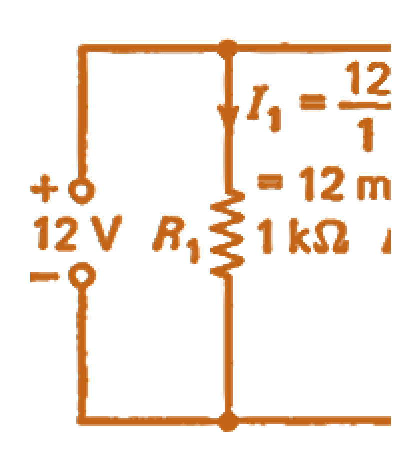


حساب شدة التيار في تفريعات الدارة المتوازية السابقة :

كما تعلمون فإن شدة التيار تساوي الجهد(فولت) تقسيم المقاومة(أوم) و لذلك فإن شدة التيار في التفريعة الأولى I_1 تساوي الجهد و هو هنا 12V فولت مقسوماً على قيمة المقاومة و هي تساوي 1Ω أوم :

12 V/1Ω=12 mA

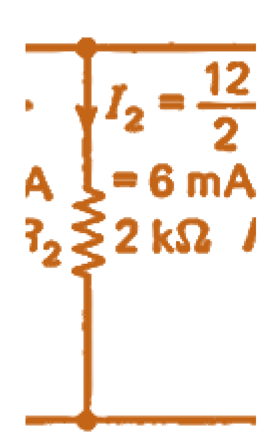
12 ميلي أمبير هي شدة التيار في التفريعة الأولى.



شدة التيار في التفريعة الثانية I_2 تساوي الجهد و هو هنا 12V فولت مقسوماً على قيمة المقاومة و هي تساوي 2Ω أوم :

12 V/2Ω=6 mA

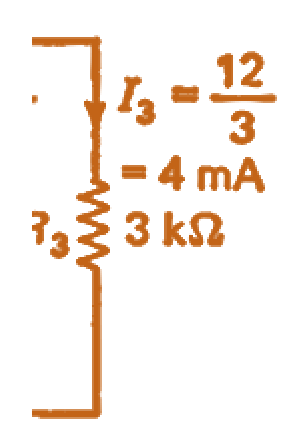
6 ميلي أمبير هي شدة التيار في التفريعة الثانية.



شدة التيار في التفريعة الثالثة I_3 تساوي الجهد و هو هنا 12V فولت مقسوماً على قيمة المقاومة و هي تساوي 3Ω أوم :

12 V/3Ω=4 mA

4 ميلي أمبير هي شدة التيار في التفريعة الثالثة.



حساب الموصلية و المقاومة الكلية :

إن نسبة الجهد(الفولت) إلى شدة التيار (الأمبير) V/A تشير إلى مقاومة عنصر ما (R) و تقاس بوحدة الأوم ohms بينما يقاس الجهد بوحدة الفولت و تقاس شدة التيار بالأمبير.

أما النسبة المعاكسة للنسبة السابقة أي نسبة شدة التيار(الأمبير) إلى الجهد(الفولت) A/V

فإنها نسبةٌ ثابتةٌ كذلك يشار إليها بالرمز G و تشير هذه النسبة إلى الموصلية الكهربائية conductance و تقاس بوحدة السيمنس Siemens.

حساب المقاومة الكلية

بما أن المقاومات في الدارة متصلة على التوازي فإن قيمتها الكلية تساوي مجموع مقلوبها.

كما تعلمون فإن قيم المقاومات الثلاث في الدارة 1,2,3 تساوي :

$$\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}$$

بالطبع لا يُمكننا أن نجمع هذه الكسور الثلاثة مع بعضها البعض لأن مقاماتها (أدناها) غير موحد.

لتوحيد هذه المقاومات فإننا نضربها جميعاً بعددٍ واحد يجعلها متماثلة ، أو أن نضرب كلٍ منها بعددٍ مختلف حتى تُصبح متماثلة شريطة أن نضرب البسط كذلك بالعدد ذاته حتى نُحافظ على تناسب الكسر.

لا تنسى أن تضرب كذلك بسط الكسر (أي عاليه) بالعدد ذاته.

أقل مقامٍ مشترك يمكن الوصول إليه هو العدد 6 و لذلك فإننا نضرب العدد 1 بالعدد 6 و نضربٍ العدد 2 بالعدد 3 و تضرب العدد 3 بالعدد 2 و بذلك فإننا نحصل على العدد 6 في مقام جميع الكسور.

لا ننسى أن نضرب الأعداد ذاتها بالبسط كذلك (عالي الكسر)حتى نحافظ على تناسب الكسر فنضرب العدد 1 بالعدد 6 و نضرب العدد 1 الثاني بالعدد 3 و نضرب العدد 1 الثالث بالعدد 2 لنحصل على عملية جمع الكسور التالية:

$$\frac{6}{6}+\frac{3}{6}+\frac{2}{6}=\frac{6+3+2}{2}=\frac{11}{6}=1.83\,millisiemens$$

1.83 ميلي سيمنس مقدار الموصلية مقاسةً بالميلي سيمنس.

إن الرقم 1.83 بالطبع لا يصلح لأن يكون قيمةً للمقاومة الكلية لمجموعة مقاومات متصلة مع بعضها البعض على التوازي لأن هذا الرقم هو أكبر من قيمة أقل مقاومةٍ من المقاومات الثلاثة و التي تبلغ 1 kΩ كيلو أوم و لذلك فإننا نقلب الكسر $\frac{11}{6}$ ليصبح = $\frac{6}{11}$

و بما أن الكسر ليس إلا عملية قسمة معلقة فإننا نقوم بتنفيذ عملية القسمة المعلقة تلك :

$$\frac{6}{11}=0.54\,k\Omega$$

قيمة المقاومة الكلية $0.54\,k\Omega$ كيلو أوم.

حساب التيار الكلي

لحساب قيمة التيار فإننا نستخدم الصيغة (آفو) AVO(عملية قسمة) من قانون أوم

A=V/O

شدة التيار(أمبير) تساوي الجهد(فولت) تقسيم المقاومة(أوم).

A=V/O

نعوض بالقيم المتوفرة

A=12/0.54=22 mA

22 ميلي أمبير هي شدة التيار في الدارة.

الضرب بالرقم العشري 0.5 (نصف) أو 5 بالعشرة يماثل القسمة على العدد 2

القسمة على الرقم العشري 0.5 (نصف) أو 5 بالعشرة يماثل الضرب بالعدد 2



إن شدة التيار الكلية في الدارة تُساوي الجهد مقسوماً على أول مقاومة+الجهد مقسوماً على ثاني مقاومة+الجهد مقسوماً على ثالث مقاومة.

طبعاً بما أن شدة التيار(الأمبير) في جزءٍ معينٍ من أجزاء الدارة تساوي الجهد مقسوماً على المقاومة فإن شدة التيار الكلية تساوي الجهد مقسوماً على جميع مقاومات الدارة:

$$\frac{V}{R1}+\frac{V}{R2}+\frac{V}{R3}=\frac{12}{1}+\frac{12}{2}+\frac{12}{3}=12+6+4=22mA$$

$22mA$ ميلي أمبير

و هي النتيجة ذاتها التي حصلنا عليها سابقاً.

و هي تساوي كذلك الجهد الكلي ضرب مقلوب المقاومات الثلاثة :

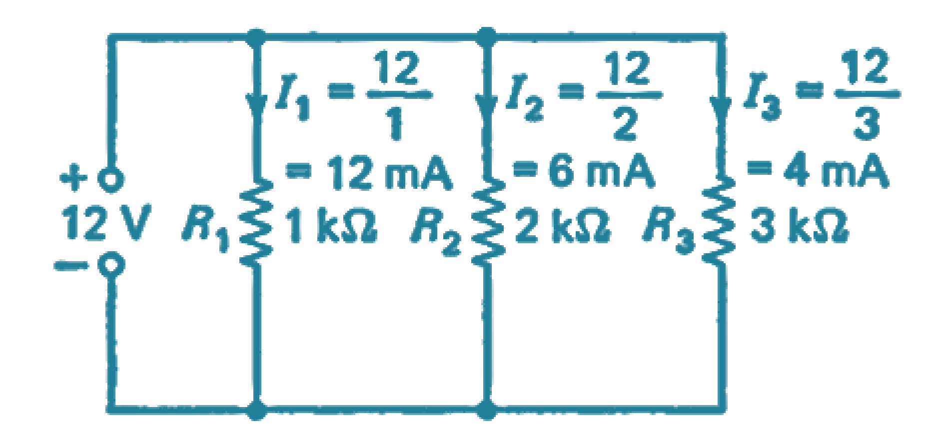
V$(\frac{V}{R1}+\frac{V}{R2}+\frac{V}{R3})$

V× $\frac{V}{R1}+\frac{V}{R2}+\frac{V}{R3}$

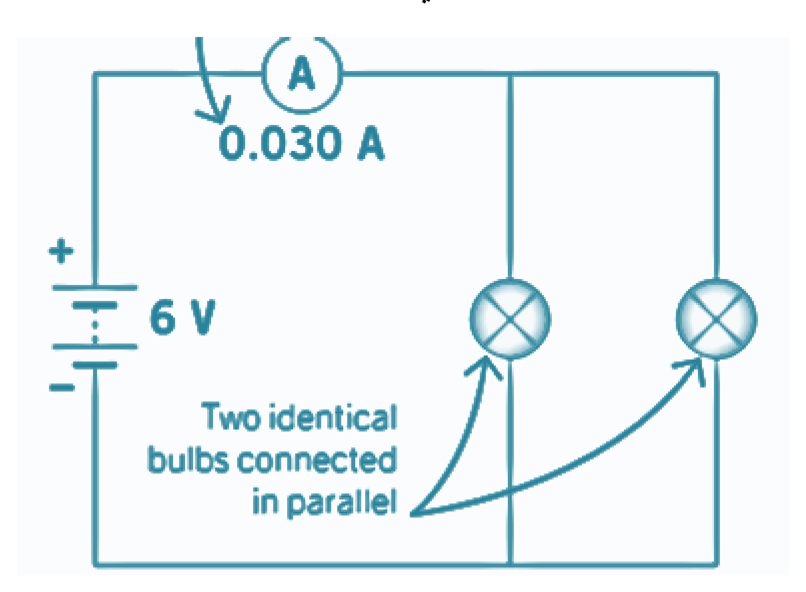
V×1+0.5+0.33=

12×1.83=22 mA

طبعاً إذا قمنا بجمع جميع الكسور مع بعضها بشكلٍ دقيق فإن النتيجة سوف تكون 22 تماماً.



يمكن أن تكون المقاومة عبارة عن مصباحٍ مثلاً كما في الدارة التالية و التي تتضمن مصباحين متصلين على التوازي.



نتأكد من صحة الحل الذي توصلنا إليه باستخدام صيغة حساب الجهد في قانون أوم أي الصيغة فاو *VAO* (ضرب)

V=A×O

الجهد (بالفولت)= شدة التيار(أمبير)×المقاومة(أوم)

نعوض بالقيم الرقمية المتوفرة لدينا و نحن نعلم مسبقاً بأن جهد الدارة يبلغ *6* فولت و أن شدة التيار تبلغ *0.030 A* أي أننا يجب أن نحصل على العدد *6* إذا كانت العملية السابقة صحيحة.

$V = 0.030\ A \times 200\ \Omega$

$0.030\ A \times 200\ \Omega = 6\ V$

النتيجة صحيحة

جسر ويتستون The Wheatstone bridge

جسر ويتستون Wheatstone bridge هو دارةٌ تستخدم في قياس المقاومة.

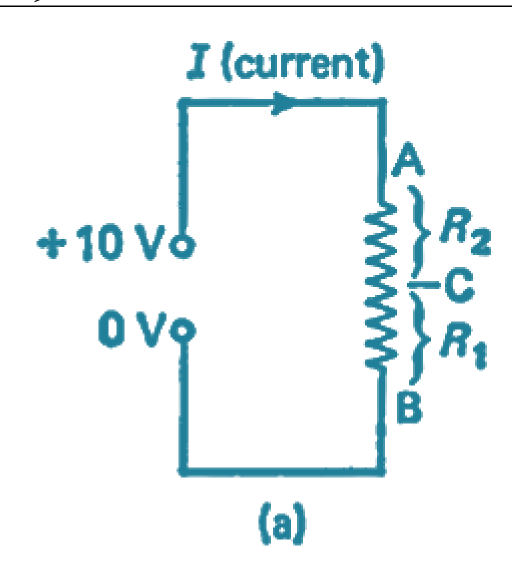
جسر ويتستون أداة قياس قام بابتكارها صاموئيل هانتر كريستي Samuel Hunter Christie في العام 1833 و قام بتطويرها سير تشارلز ويتستون Sir Charles Wheatstone في العام

1843 و تستخدم هذه الدارة في قياس المقاومة الكهربائية المجهولة من خلال إجراء عملية موازنة بين طرفي جسر أحدهما يتضمن مقداراً مجهولاً بينما يتضمن الطرف الثاني مقداراً معلوماً .

يعمل جسر ويتستون بطريقةٍ مشابهة لطريقة عمل مقسم الجهد potentiometer التي مرت معنا سابقاً غير أن جسر ويتستون يختلف عن مقسم الجهد من ناحية أن المقياس المستخدم في دارة مقسم الجهد هو عبارة عن مقياس حساس لشدة التيار galvanometer .

مقياس فرق الكمون **Potentiometer** دارةٌ تستخدم في قياس الكمون potential(الجهد)

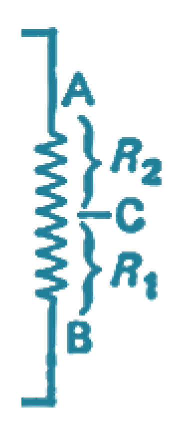
تقوم بقياس الجهد عن طريق مقارنة مقدارٍ غير معروفٍ من الجهد بمقدارٍ معروف .



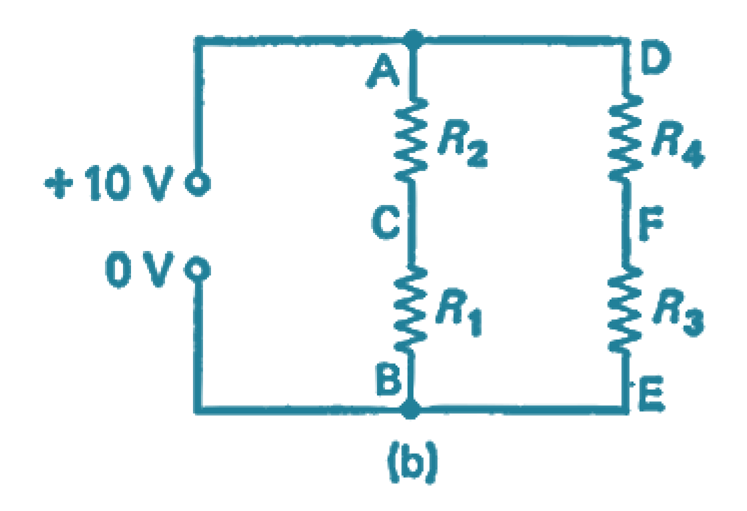
لدينا في الشكل السابق مقاومتين متماثلتين R_1 ,R_2 متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل و هاتين المقاومتين متصلتين مع بطارية يبلغ جهدها +10 V فولت و ذلك بالنسبة للجهد عند B الذي يساوي صفر فولت.

تشكل هاتين المقاومتين ما يُدعى بمقسم الجهد .

The Wheatstone bridge جسر ويتستون



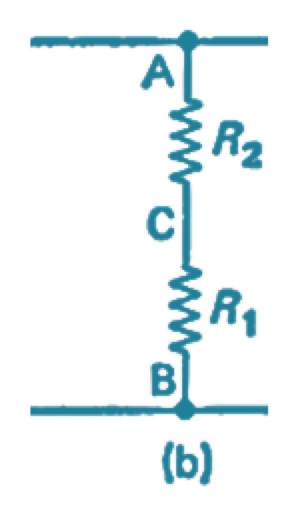
و إذا وصلنا مقاومتين متماثلتين أخريين على التوازي(التفرع) مع المقاومتين الأوليين فإننا نحصل على ما يدعى بجسر ويتستون



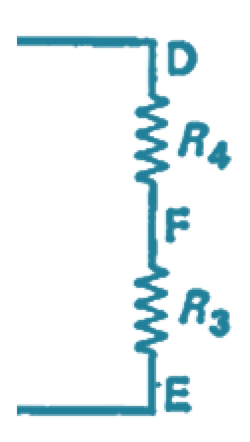
(b)

هنالك توازنٌ و تماثلٌ تام في الجهد ما بين النقطتين C و F و لذلك فإن الكشاف D يُظهر قراءةً صفرية.

مقاومتين متماثلتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي)

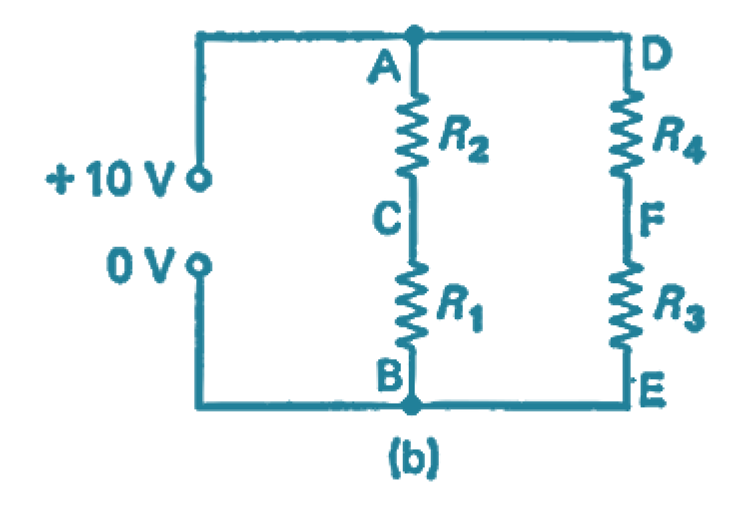


مقاومتين متماثلتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي)



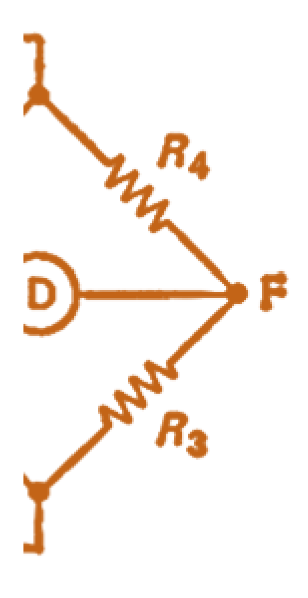
جسر ويتستون The Wheatstone bridge

مجموعتي مقاومات متصلتين مع بعضهما البعض على التوازي تتألف كل مجموعةٍ منهما من مقاومتين اثنتين متمثلتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي).

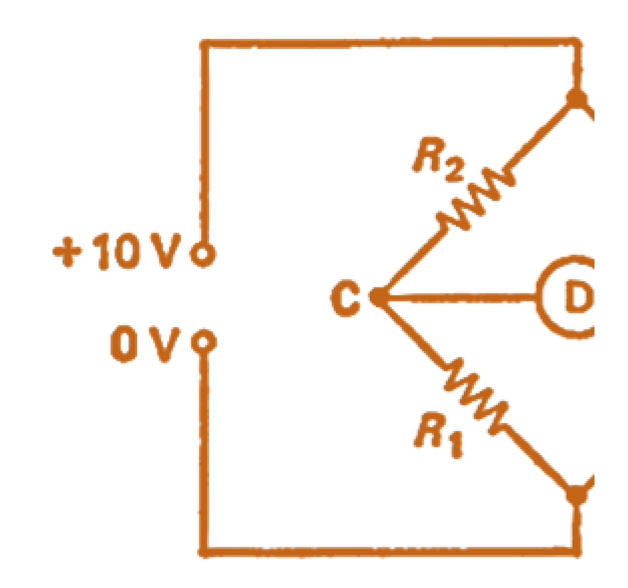


The Wheatstone bridge جسر ويتستون

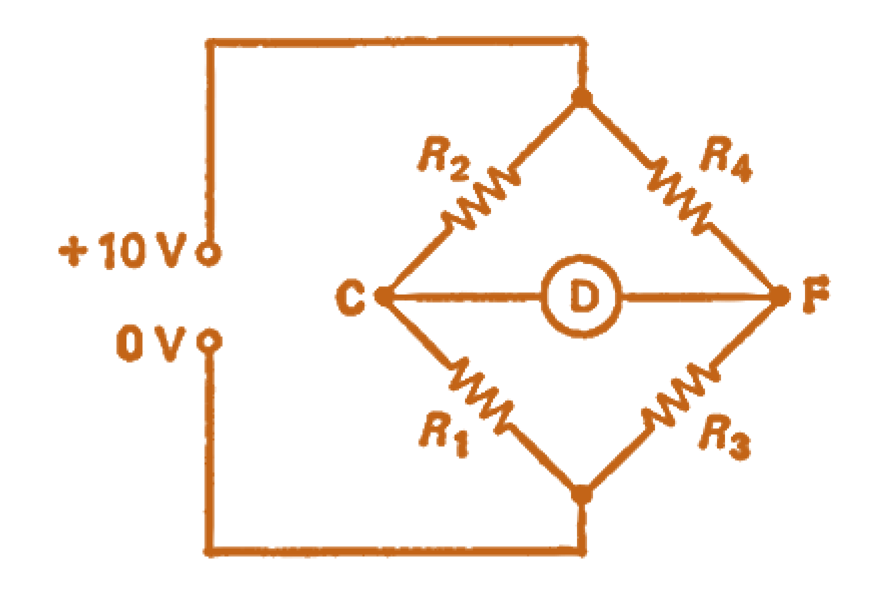
مقاومتين متماثلتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي)



مقاومتين متماثلتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي)



مجموعتين من المقاومات المتصلة على التوازي (التفرع) تتألف كل مجموعةٍ منهما من مقاومتين متصلتين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي)



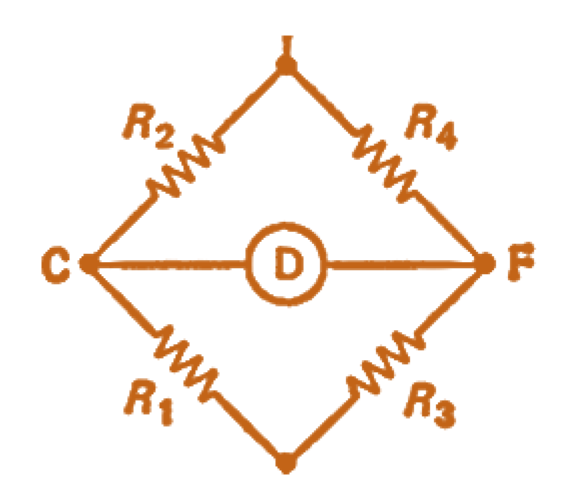
معادلة جسر ويتستون

المقاومة الأولى \ المقاومة الثانية =المقاومة الثالثة\المقاومة الرابعة

المقاومة الأولى تقسيم المقاومة الثانية =المقاومة الثالثة تقسيم المقاومة الرابعة

$R_1/R_2=R_3/R_4$

إن الجهد بين C, F سيكون مساوياً للصفر و ذلك في حال كانت:



إذا وصلنا مقياس جهد ما بين النقطتين C,F سوف تكون القراءة صفر.

إذا كانت لدينا أربع مقاومات و قمنا بوصلها على شكل جسر ويت ستون و إذا كنا نعرف قيم ثلاثة من هذه المقاومات على وجه التحديد فإن بإمكاننا معرفة قيمة الرابعة منها.

المقاومات الغير خطية Non-Linear Resistors

تندرج تحت خانة المقاومات غير الخطية المستشعرات الحرارية و مستشعرات الجهد و مستشعرات الضغط و المقاومات الحساسة للضوء.

تمتثل المقاومات المستشعرة للحرارة لقانون أوم من ناحية أن الجهد و التيار في تلك المقاومات يكونان مُتناسبين شريطة أن تبقى درجة الحرارة ثابتة.

تتميز المقاومات الحرارية بمعامل حرارة سلبي negative temperature coefficient عالي أي أن مقاومتها تنهار كلما ارتفعت درجة حرارتها.

و تتميز المقاومات الحساسة للحرارة بحساسيةٍ عاليةٍ جداً فهي تستجيب لدرجة حرارة تتراوح ما بين -100 C° درجة مئوية تحت الصفر و +600 C° درجة مئوية بتغيرٍ في قيمة المقاومة قد يكون بحدود 10 ملايين قيمة مختلفة من قيم المقاومة و هذا الأمر يمكنها من رصد أدنى تغيرٍ في درجة الحرارة.

تصنع المقاومات الحساسة للحرارة من أشباه الموصلات أو من السيراميك.

و بالنسبة للمقاومات الحرارية الاعتيادية التجارية فإن مقاومتها تنهار بمعدل يتراوح ما بين 3 5% لكل درجة مئوية واحدة، فعند درجة حرارة الغرفة أي نحو 20 C° درجة مئوية تبلغ مقاومة المقاومة الحرارية نحو 200Ω أوم ، و هذه المقاومة تنخفض لتصبح ما بين 5 أو 6 Ω أوم عندما ترتفع درجة الحرارة لتصبح 100 C° درجة مئوية.

بينما تبلغ مقاومة المقاومات الحرارية الطبية المستخدمة في الأجهزة الطبية نحو 100 KΩ كيلو أوم في درجة حرارة الغرفة أي نحو 20 C° درجة مئوية بينما تنخفض مقاومة المقاومة الطبية لتصبح 50 KΩ كيلو أوم عند درجة حرارةٍ تبلغ 35 C° درجة مئوية.

إن الاستخدام الرئيسي للمقاومات الحرارية ذات معامل الحرارة الإيجابي -positive temperature-coefficient يتمثل في حماية الدارات الحاملة للتيار من الضرر الناتج عن ارتفاع درجة الحرارة و غالباً ما يتم دمج المقاومات الحرارية ضمن ملفات المحركات الكهربائية .

المكثف – المتسعة

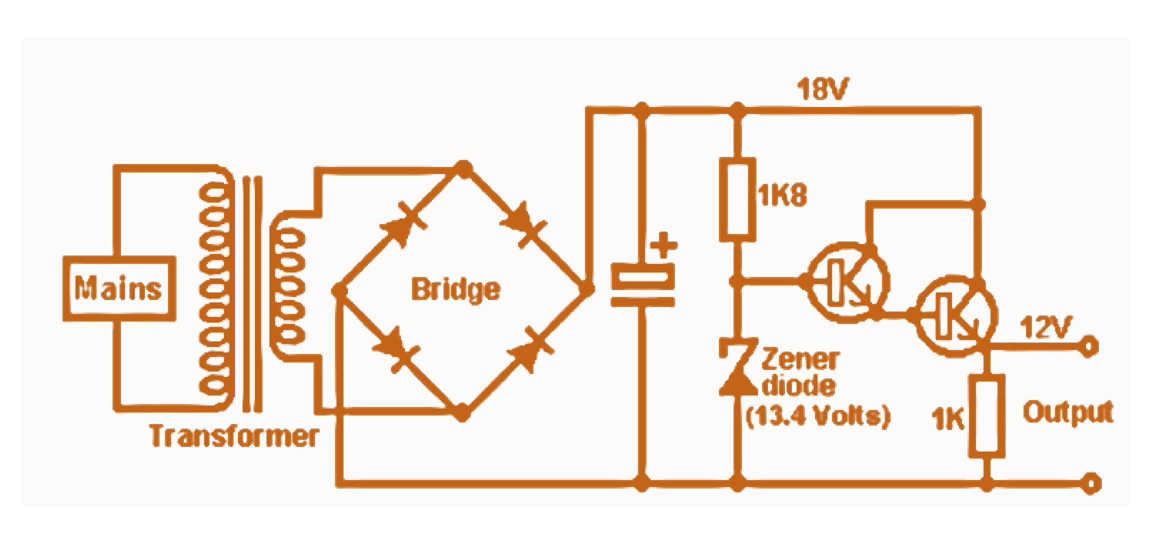
في المكثفات تكون الشحنة Q المختزنة في المكثف متناسبة مع الجهد (الفولت) فإذا تضاعف الجهد المطبق على المكثف تضاعفت الشحنة المختزنة فيه فالنسبة ما بين الشحنة Q و الجهد (الفولت) V ثابتة C.

$$\frac{Q}{V}=C$$

$$\frac{\text{الشحنة}}{\text{الجهد}\,V}=\text{ثابت}$$

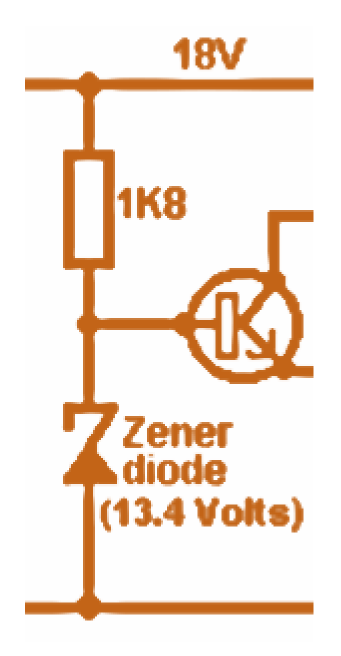
و هذه النسبة الثابتة ما بين الشحنة و الجهد (فولت) تدعى بالسعة capacitance.

تقاس الشحنة بوحدة الكولوم coulombs بينما تقاس سعة المكثف بوحدة الفاراد farads و رمزه F.

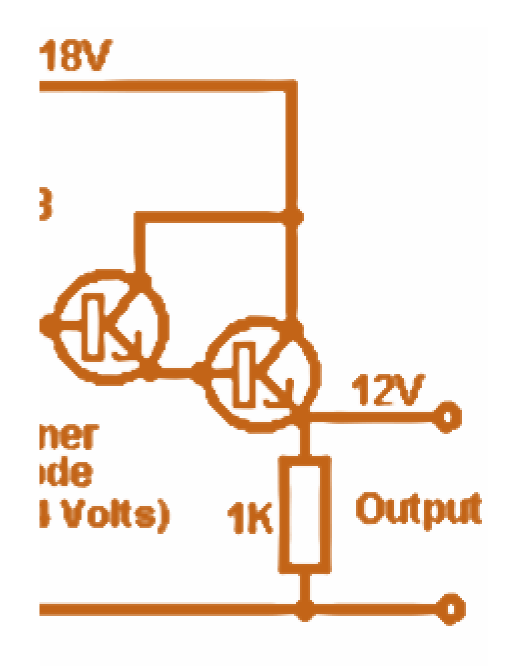


قمنا بإضافة مكوناتٍ جديدة لدارة التغذية التي مرت معنا سابقاً لتعزيز أدائها حيث أضفنا لدارة التغذية السابقة دايود زينر Zener diode و هو عبارة عن دايود يقوم بتثبيت الجهد عند حدٍ معين و هذا الدايود يقوم بتقديم جهدٍ مرجعي لتشغيل الترانزستورين الذين تم وصلهما مع بعضهما البعض على شكل ثنائية دارلينغتون Darlington pair الذين تم وصلهما معاً بطريقة تابع المُبدد emitter-follower .

يقوم دايود زينر بضبط عمل ترانزستوري دارلينغتون من خلال تأمين جهدٍ ثابت و إرساله إلى قاعدة الترانزستور الأول حتى يقوم ترانزستوري ثنائي دارلينغتون بتأمين تغذية ثابتة.

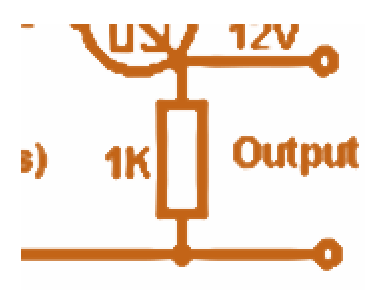


لاحظ كيف تم وصل مُبدد الترانزستور الأول مع قاعدة الترانزستور الثاني لتضخيم الخرج كما مر معنا سابقاً



عندما تزداد حاجة الدارة للتيار الكهربائي تهبط مقاومة الترانزستورين الداخلية و هو الأمر الذي يمكن الترانزستورين من زيادة خرجهما من التيار دون أن يقوما برفع الجهد.

الغاية من وجود المقاومة واحد كيلو أوم الموصولة ما بين مُبدد الترانزستور الثاني 12V فولت و بين أرضي الدارة تتمثل في إكمال الدارة عندما لا يكون هنالك أي حملٍ مُتصلٍ بهذه الدارة.



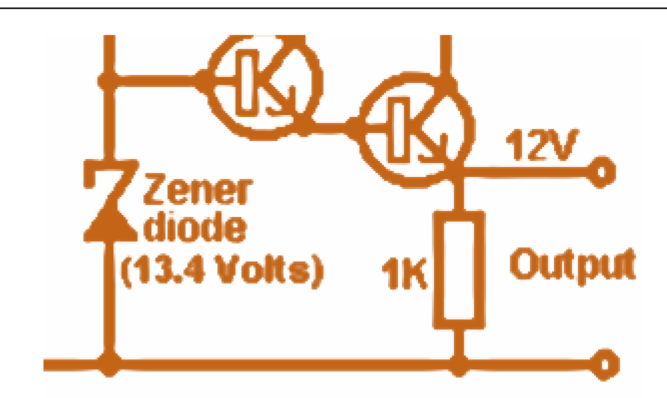
تم اختيار دايود زينر بحيث يُمرر 1.4 V فولت أكثر من الجهد المطلوب تخريجه و لذلك فإن جهد دايود زينار في هذه الدارة يبلغ 13.4 V.

13.4 – 1.4=12

لماذا؟

حتى يعوض فاقد الجهد الذي سوف يقتطعه ترانزستوري ثنائي دارلينغتون حيث يقوم كل ترانزستور منهما باقتطاع 0.7 V فولت .

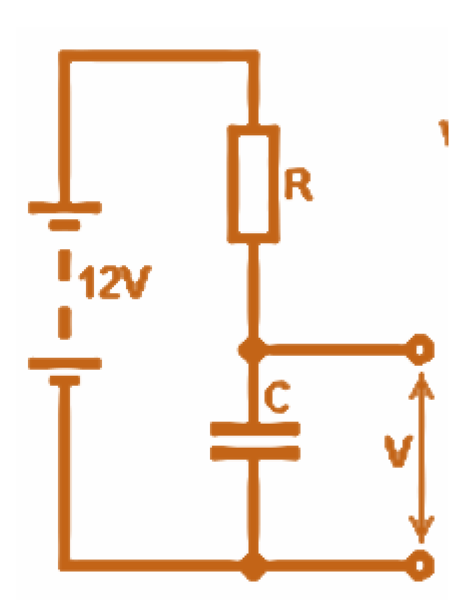
0.7 + 0.7 = 1.4 V



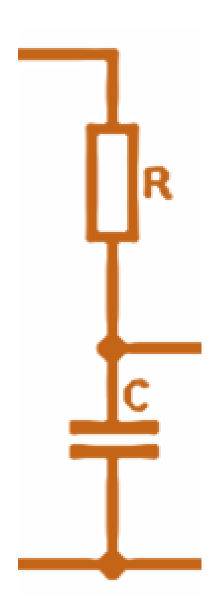
و في الحقيقة فإنه عند ارتفاع درجة حرارة ترانزستور الخرج بشكلٍ كبير فإنه يقوم بتبديد مقادير كبيرة من الجهد د تصل إلى 6 فولت على شكل انبعاثٍ حراري و لذلك يتوجب تركيب مبددٍ حراري heat sink ليقوم بامتصاص الحرارة الزائدة و يمنع ارتفاع درجة حرارة الترانزستور.

تُستخدم دارةٌ مؤلفةٌ من مكثفٍ و مقاومة كدارة توقيت حيث ان تعاقب عمليتي شحن و تفريغ المُكثف يتمان في زمنٍ ثابت و خصوصاً إذا تم اختيار كلٍ من المكثف و المقاومة من نوعيةٍ عالية.

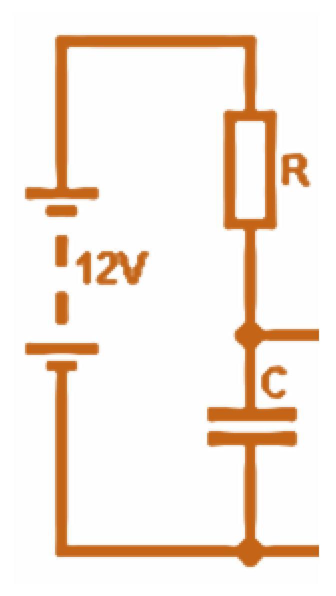
يتم وصل المقاومة R على التسلسل مع المكثف C و يتم وصل كلٍ من المكثف و المقاومة على التوازي مع مصدر الطاقة(البطارية 12 V) مثلاً.



يتم وصل المقاومة R على التسلسل مع المكثف C

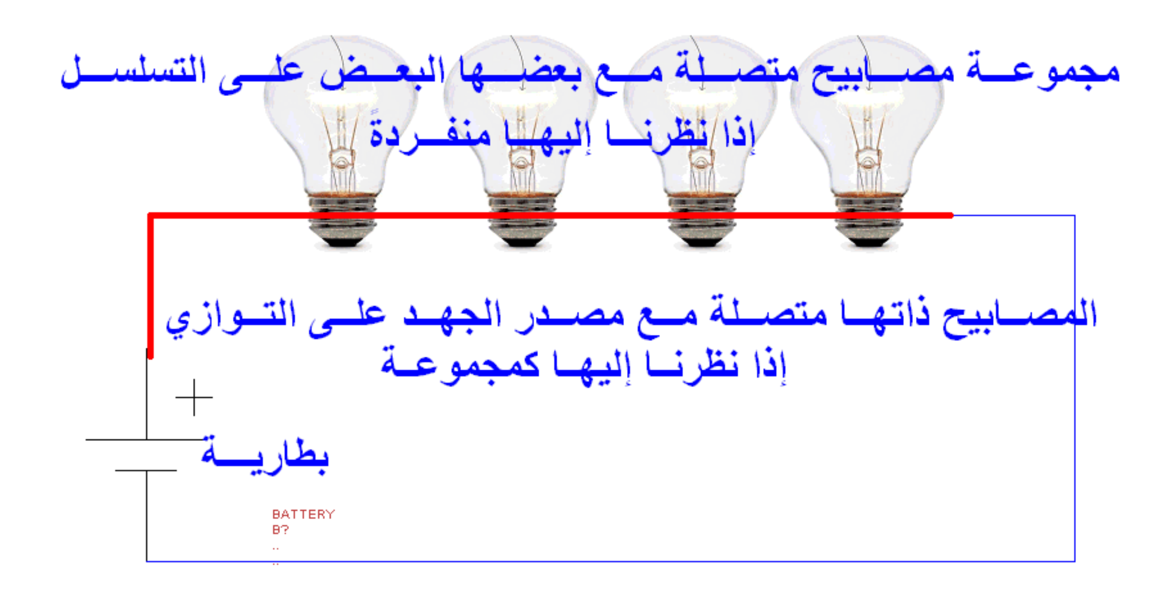


يتم وصل كلٍ من المكثف و المقاومة على التوازي مع مصدر الجهد (البطارية) .



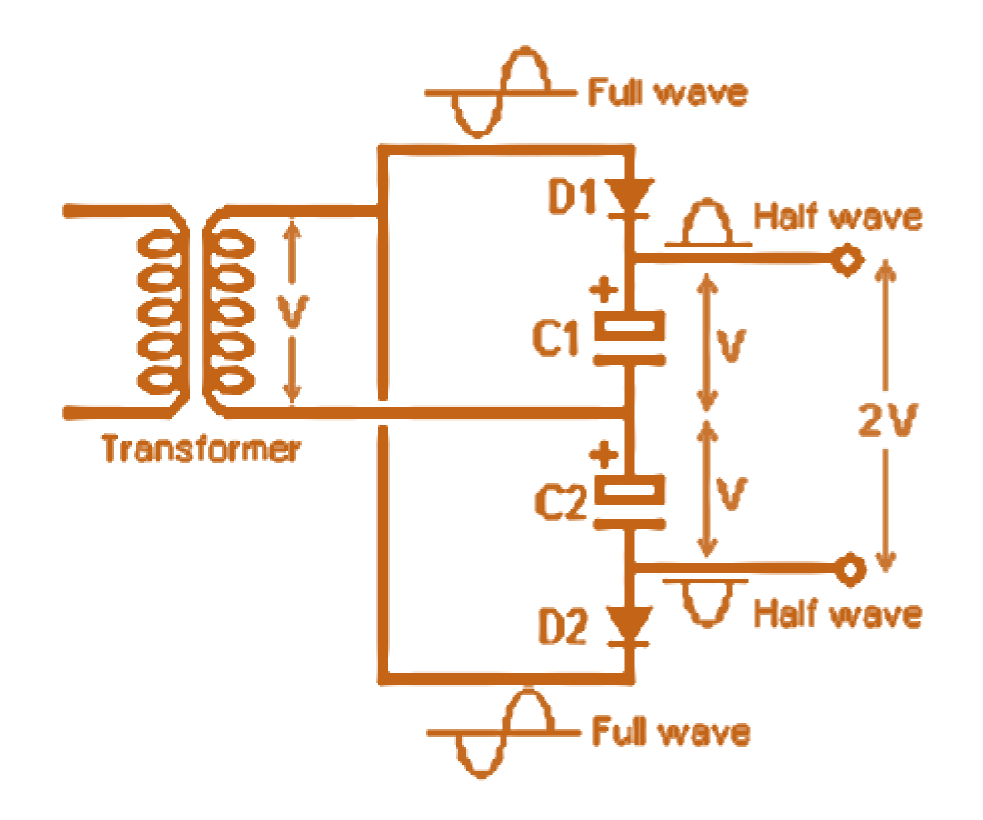


عندما أقول بأن عنصرين متصلين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي) و متصلين مع مصدر الجهد على التوازي فذلك يعني بأننا إذا اعتبرنا هذين العنصرين عنصراً واحداً (كونهما متصلين مع بعضهما البعض على التسلسل(التوالي) فإننا سنجد بأنهما متصلين مع مصدرالجهد على التوازي، و في الحقيقة فإن كل مجموعة عناصر متصلة مع بعضها البعض على التسلسل(التوالي) فإنها تكون كمجموعة متصلة مع مصدر الجهد على التوازي أي تكون بدايتها متصلةً مع الخط الموجب بينما تكون نهايتها متصلةً بأرضي الدارة.

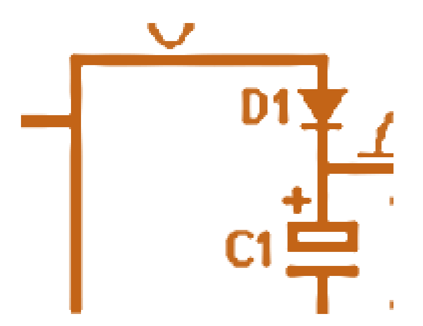


مُضاعف الجهد Voltage Doubler

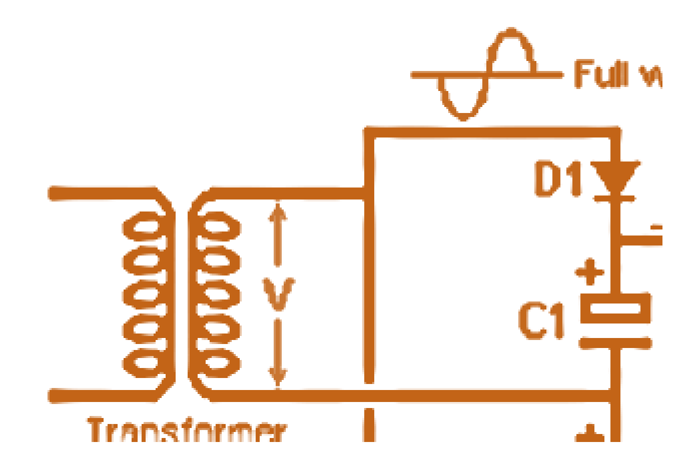
يُمكن مُضاعفة جهد المحول عن طريق ضخ موجات التيار السالب التي يقوم بتخريجها إلى مكثف ، و ضخ موجات التيار الموجب إلى مكثفٍ آخر.

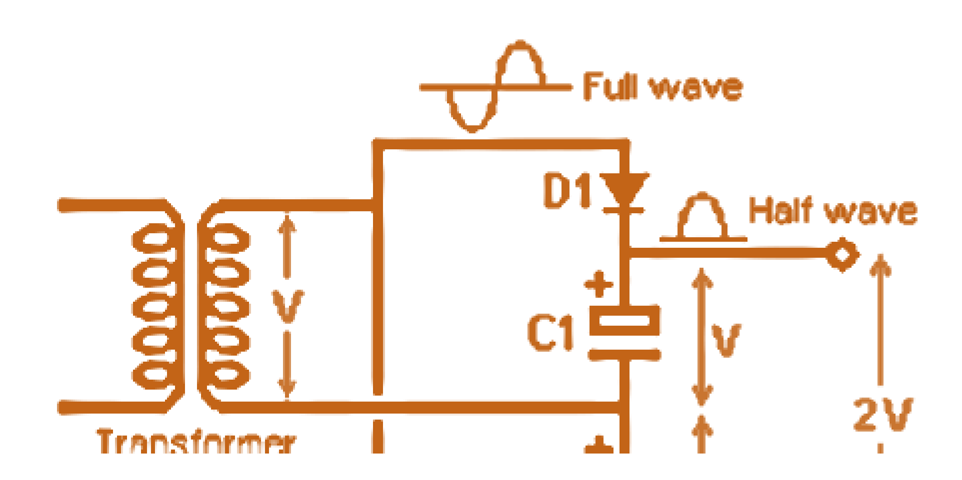


انتبه كيف أن القطب الموجب (قاعدة المثلث) للدايود الأول D1 يقوم بطرد الجهد الموجب إلى موجب المكثف العلوي، و ذلك بعد أن يكون الجهد الموجب قد دخل إلى الدايود عن طريق قطب الدايود الموجب(قاعدة المثلث) و الذي لا يُمرر إلا جهداً موجباً.

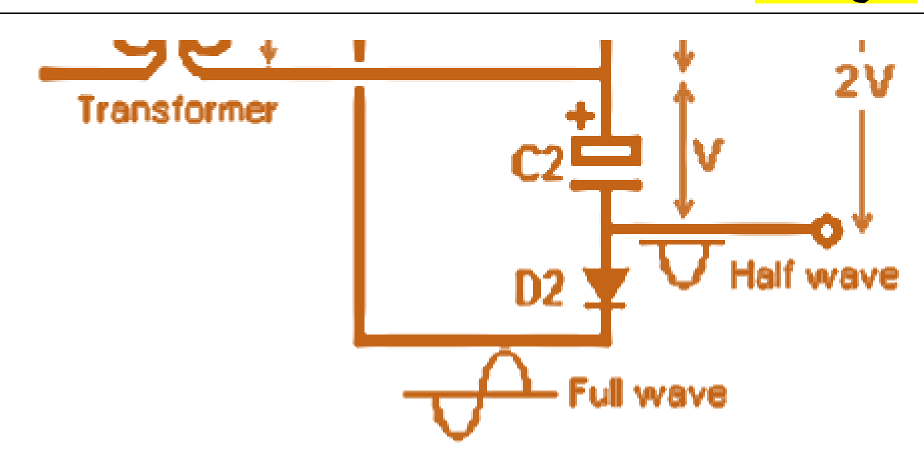


كما أن القطب السالب(رأس المثلث) للدايود الأول D1 يمنع ارتداد الجهد الموجب مجدداً من المكثف الأول C_1إلى المحول و لذلك فقد تم تركيبه قبل خرج الدارة الموجب و ذلك حتى يُجبر التيار الموجب الذي يضخه المكثف على الخروج من الدارة.



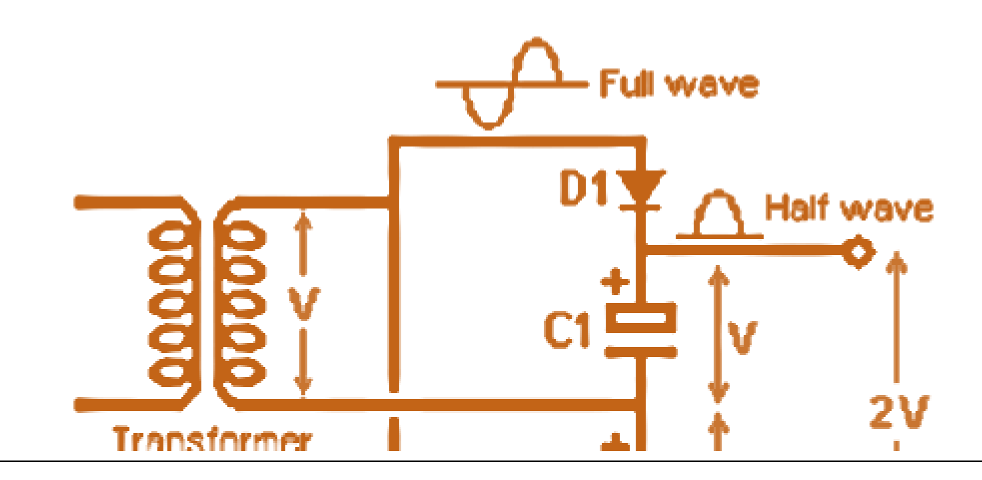


تم تركيب الدايود الثاني D2 بحيث يُمرر قطبه السالب (رأس المثلث) التيار السالب من المحول إلى القطب السالب للمكثف الثاني C2 حيث يتلقى قطبه السالب(رأس المثلث) الجهد السالب و يقوم بتمريره إلى داخل الدايود بينما يقوم قطبه الموجب(قاعدة المثلث) بطرد الجهد السالب إلى خارج الدايود.

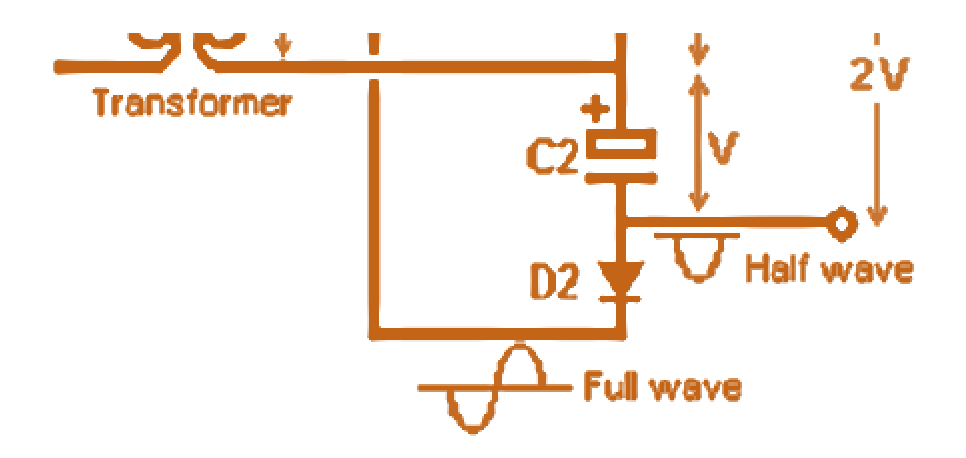


خرج المحول في هذه الدارة تيارٌ متناوب .

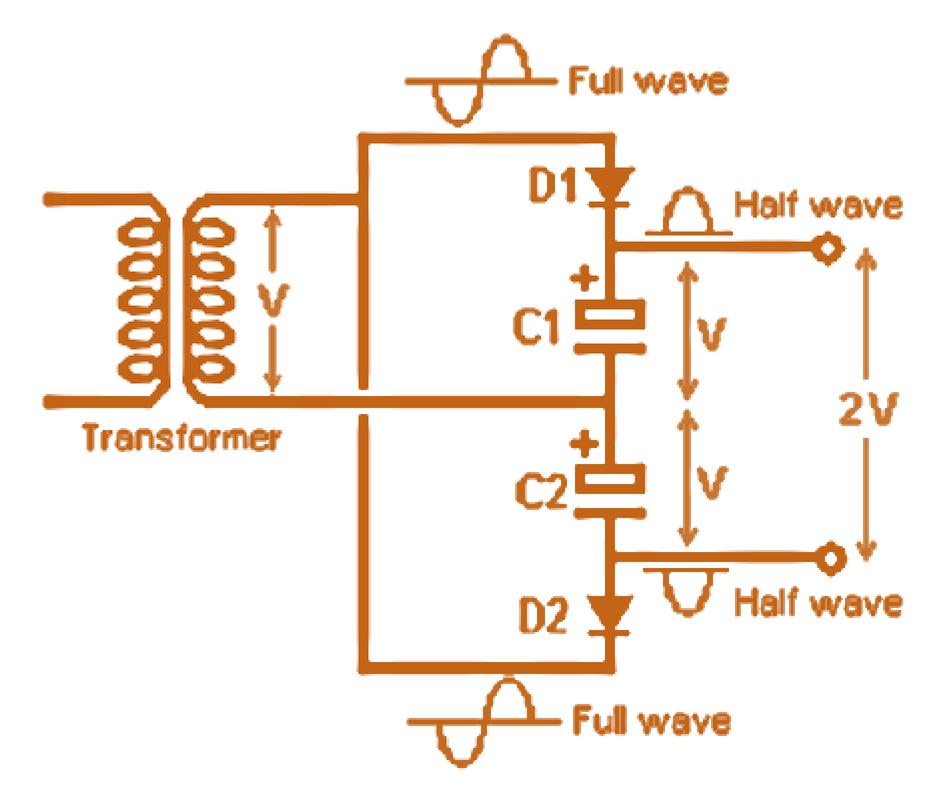
تتم تغذية المكثف الأول C1 من المحول عن طريق الدايود الأول D1 الذي يقوم باستبعاد الجزء السلبي من الموجة و لا يسمح إلا بمرور تيارٍ موجب إلى المكثف الأول و هو الأمر الذي يؤدي إلى شحن المكثف الأول بجهدٍ موجب.



يتم تمرير التيار السالب(الموجات السلبية) من المحول عن طريق الدايود الثاني D2 إلى المكثف الثاني C2 حيث يتم شحن هذا المكثف بجهدٍ سالب.



و بما أن هذين المكثفين مُتصلين مع بعضهما البعض على التوازي (التفرع) و ليس على التسلسل (التوالي) فإن جهدهما الكلي يساوي حاصل جمع جهديهما مع بعضهما البعض ، أي أن جهدهما الكلي يساوي ضعف جهد المحول الذي قام بشحنهما.



بالرغم من أن المكثفين C1 و C2 يبدوان بأنهما متصلين مع بعضهما البعض على التسلسل (التوالي) فإنهما ليسا كذلك و آية ذلك أن تغذيتهما منفصلة عن بعضها البعض فإذا قطعنا التغذية عن أحدهما لا يتأثر الثاني و لا يتوقف عن العمل.

علينا الانتباه إلى أن الجهد الاسمي لموجة التيار المتناوب يُمثل المعدل الوسطي لتلك الموجة و ليس جُهدها الحقيقي ذلك أن موجة التيار المتناوب هي موجةٌ جيبية sine wave لها ذروة حيث تكون ذروة الموجة الجيبية أعلى ب 41% من قيمة جهدها الاسمية فإذا كان الخرج

الاسمي للمحول يبلغ 10 V فولت تيار مُتناوب AC فإن ذروة جهد موجته التي سوف يتم شحن المكثف بها سيبلغ نحو 14.1 فولت.

لأن 41% من عشرة تساوي 4.1 .

4.1 + 10 =14.1 V

و بما أن لدينا مُكثفين متصلين مع بعضهما البعض على التوازي (التفرع) و بما أن خرجهما الكلي هو مجموع خرج كلٍ منهما فإن الخرج الكلي لهذه الدارة سوف يكون :

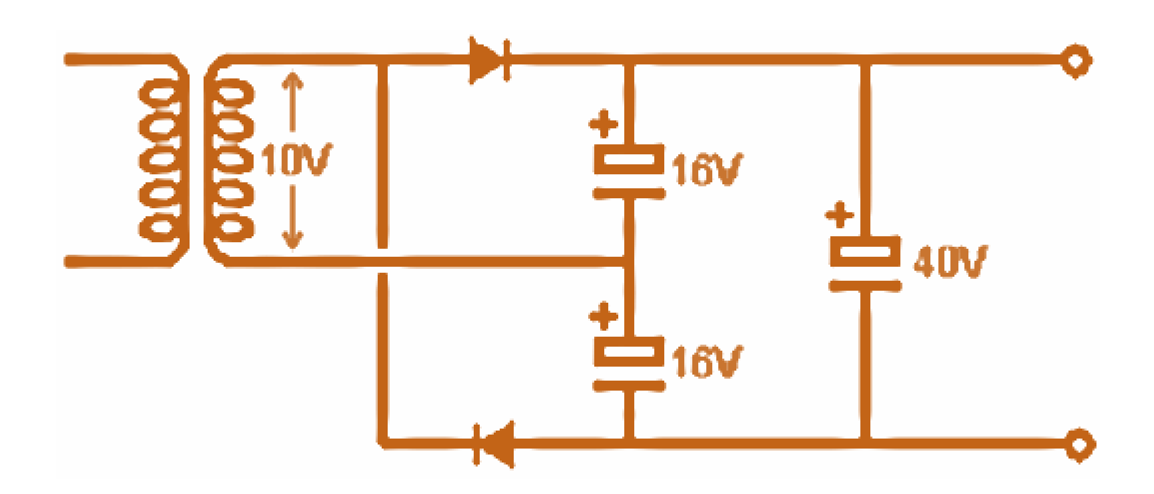
14.1 + 14.1 = 28.2 V

و ليس القيمة الاسمية المتوقعة أي:

10 + 10 = 20 V

و لذلك يتوجب علينا أخذ هذا الأمر بعين الاعتبار .

كما أن علينا الانتباه إلى أن هذه المنظومة هي منظومة نصف موجة و لذلك فإن خرجها يحتوي على الكثير من التموجات و لذلك يتوجب تنعيم خرجها بمكثفٍ آ خر مشترك كما في الشكل:



الكهرباء الساكنة Static electricity

تحتوي الذرة بشكلٍ طبيعي على عددٍ متساوي من البروتونات(ذات الشحنة الموجبة) في نواة ذرتها و الإلكترونات ذات الشحنة السلبية التي تحيط بنواة الذرات مما يجعلها محايدة كهربائياً.

يؤدي دلك بعض المواد مع بعضها البعض إلى انتقال الإلكترونات من مادةٍ لأخرى و هو الأمر الذي يؤدي إلى تراكم الشحنة السلبية على أحد هذين الجسمين بينما يُبقي الجسم الثاني بشحنةٍ موجبة.

تتم الاستفادة من خواص الكهرباء الساكنة في بخاخات طلاء الكهرباء الساكنة Electrostatic paint sprayers التي تُستخدم في طلاء السيارات و فق المبدأ التالية:

يتم شحن هيكل السيارة أو أية مادةٍ يراد طلاؤها بشحنةٍ كهربائية ما.

يتم شحن الحُبيبات الدقيقة لرذاذ الطلاء بشحنةٍ معاكسة لشحنة الجسم الذي يراد طلاؤه.

هذا الأمر يؤدي إلى التصاق رذاذ الطلاء على الجسم الذي يتم طلاؤه بشكلٍ جيد و عدم سيلانها و انزلاقها عنه كما أن كون رذاذ الطلاء ذو شحنةٍ واحدة فإن ذلك الأمر سوف يجعل حُبيبات رذاذ الطلاء تطرد بعضها البعض بسبب تنافرها و تماثلها في الشحنة و لذلك فإنها سوف تتوزع بشكلٍ متساوي على هيكل السيارة و لن تتجمع و تتكتل فوق بعضها البعض.

كما تتم الاستفادة من خواص الكهرباء الساكنة في الطابعات و أجهزة التصوير الضوئي حيث يتم شحن الحبر بشحنة معينة و يتم شحن الورقة بشحنةٍ معاكسة تختلف شدتها حسب الصورة التي يراد طباعتها.

إن ظاهرة البرق و الصواعق و الشرارات الكهربائية ليست إلا تفريغاً مفاجئاً لشحنات الكهرباء الساكنة.

ظاهرة البرق هي إحدى مظاهر الكهرباء الساكنة حيث يتم تفريغ الكهرباء الساكنة من غيمةٍ لغيمةٍ أخرى أو يتم تفريغها في الأرض على شكل صواعق حيث تمتلك الأرض شحنةً معاكسة لشحنة الصاعقة .

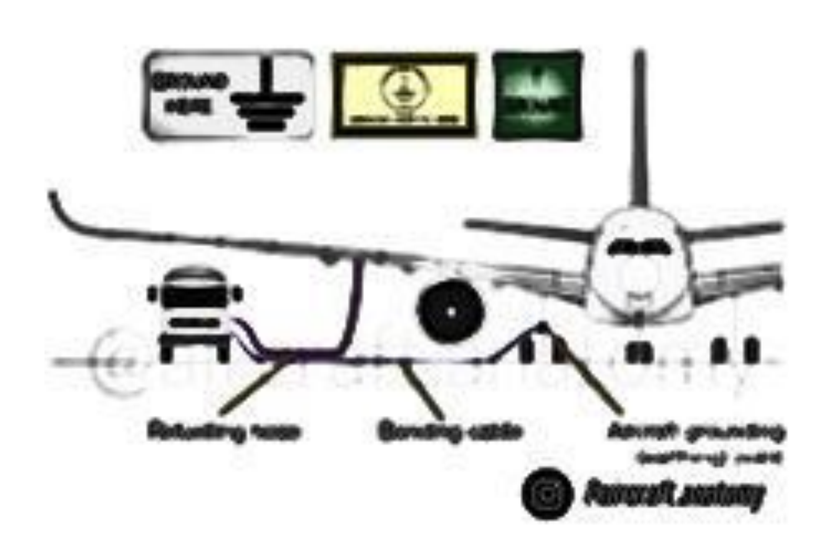
تنتج معظم العواصف الرعدية عن نوعٍ من الغيوم يدعى بالمزن الركامي cumulonimbus حيث تؤدي حركة قطرات المطر و الثلج إلى تشكل شحنة كهرباءٍ ساكنة ، و تتجمع شحنةٌ

كهربائية سالبة في أسفل الغيمة و هذه الشحنة السلبية تتسبب في تشكل شحنة كهربائية موجبة في الأرض ، بينما يعمل الهواء كعازلٍ بين هاتين الشحنتين الموجودتين في أسفل الغيمة و سطح الأرض.

يتسبب هذا الحقل المتنامي ما بين السحاب و الأرض في تأين ionize جزيئات الهواء أي انقسام جزيئات الهواء إلى جزيئاتٍ مشحونة.

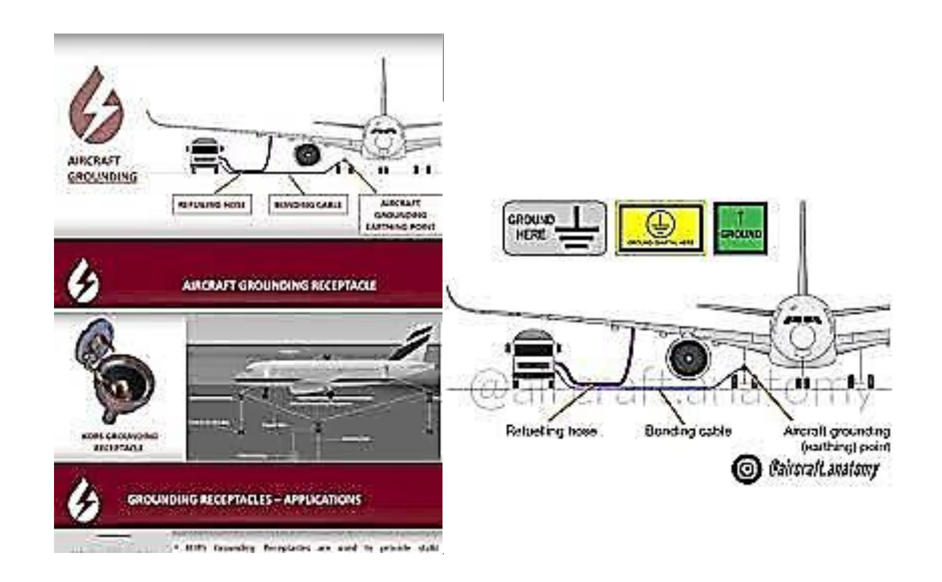
و يُمكن أحياناً للكهرباء الساكنة التي تتراكم في هيكل السيارة أن تتسبب في إحداث انفجارات و حرائق عند ملئ خزانها بالوقود .

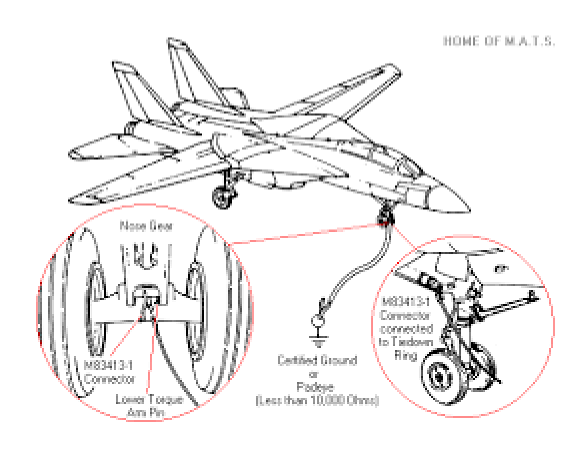
يقوم البعض بتفريغ الكهرباء الساكنة من السيارة عن طريق تأريض هيكلها أثناء توقفها أي عن طريق وصل هيكل السيارة بالأرض.



تأريض الطائرات Grounding aircraft

أثناء تزويد الطائرات بالوقود من الصهاريج يتم وصل كابل ما بين هيكل الطائرة و هيكل الصهريج الذي يزودها بالوقود و هذا الكابل يمنع تكون و تراكم الكهرباء الساكنة ما بين جسم الطائرة و جسم الصهريج حيث تتسبب حركة الوقود و احتكاكه بالخزانات إلى توليد الكهرباء الساكنة.





عندما يتم فض لفة نايلون التغليف فإنه يُصبح مادةً مشحونة و بفضل الكهرباء الساكنة و بفضل الشحن الكهربائية المتعاكسة فإنه يلتصق بالمواد التي يتم لفه عليها.

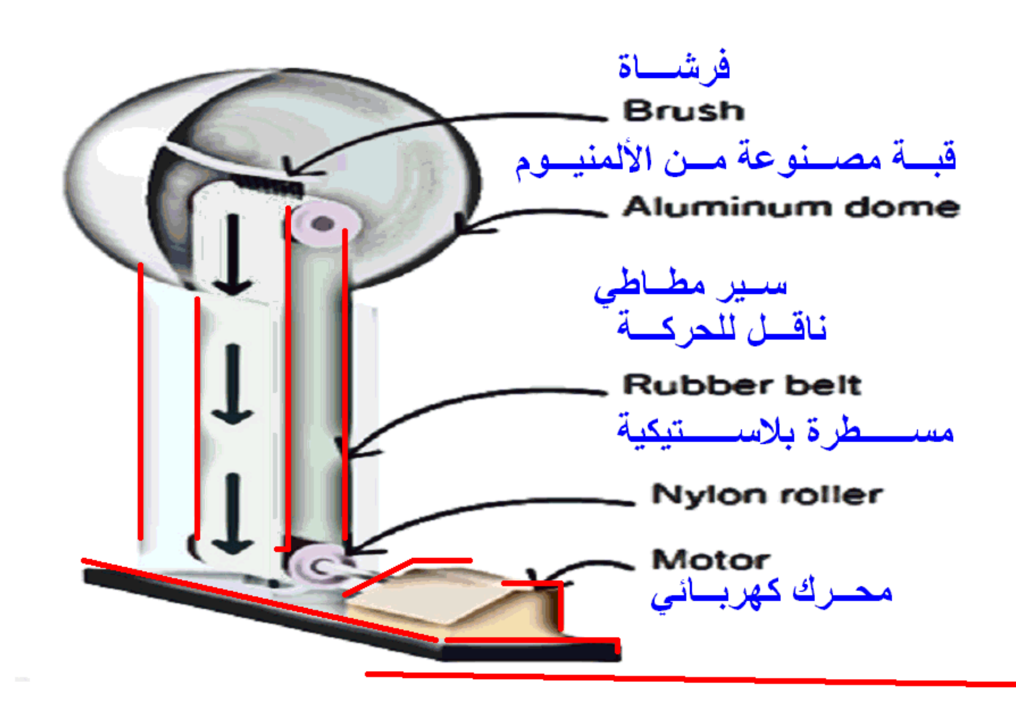


يمكن للشحنة الساكنة أن تكون شحنةً موجبة أو شحنةً سلبية و إذا كانت شحنة جسمين من الكهرباء السكنة متعاكسة فإنهما ينجذبان نحو بعضهما البعض أما إذا كانت شحنة جسمين من الكهرباء الساكنة متماثلة فإنهما يتنافران.

مولد فان دي غراف Van de Graaff generator

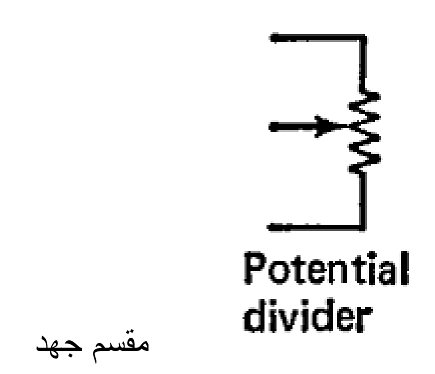
مولد فان دي غراف هو جهازٌ يقوم بتوليد شحنة موجبة على قبة معدنية ، و عندما يلمس أي شخصٍ يقف على أرضٍ معزولة تلك القبة فإنه يًشحن بشحنةٍ موجبة تجعل شعره يقف.

يقف الشعر على أطرافه لأنه يُشحن بشحنةٍ موجبة تجعل الشعر يطرد بعضه البعض.

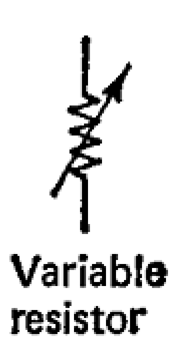


يتألف مولد فان دي غراف من سيرٍ متحرك يتألف من مادةٍ عازلة كالمطاط تقوم بتجميع الشحنة الساكنة أثناء سيره حول اسطوانتين بلاستيكيتين .

و يتم نقل الشحنة عن طريق فرشاةٍ صغيرة إلى قبةٍ مصنوعة من الألمنيوم موجودة في الأعلى.



مقسم جهد



مقاومة متغيرة

.

المزيد من مؤلفات الكاتب:

https://archive.org/details/@ash790

تم بعون الله تعالى وحده **الهندسة العكسية المبسطة** **تحليل الدارات الإلكترونية** **د.عمار شرقية**